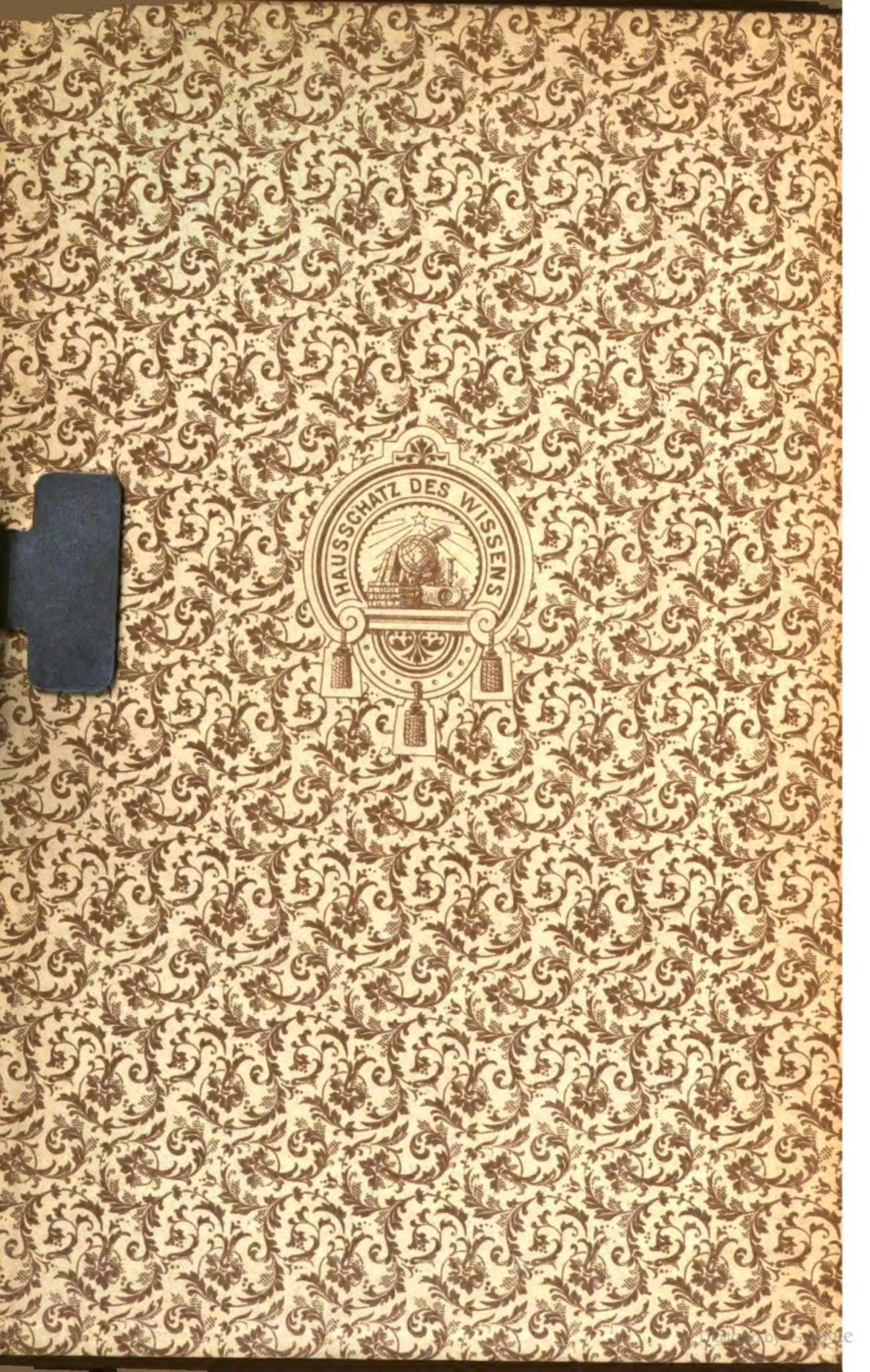
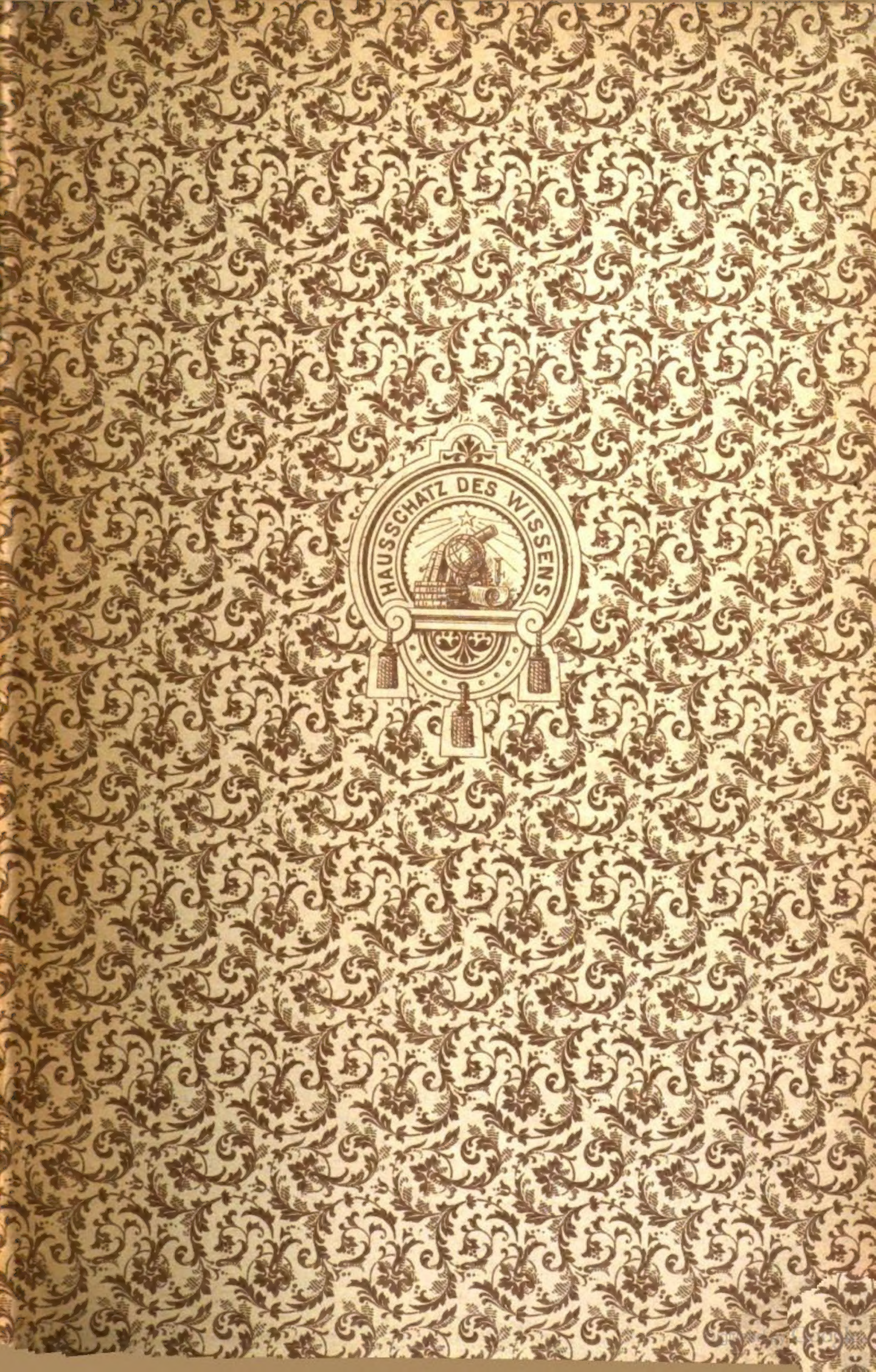
HAUSSCHATZ DES WISSENS: ENTWICHELUNGSGESCHICHTE DER NATUR

Wilhelm Bölsche




HAUSSCHATZ DES WISSENS


HAUSSCHATZ DES WISSENS

Hausschatz des Wissens.

Entwickelungsgeschichte der Natur.

Hausschatz des Wissens.



Abteilung I (Band 1 und 2).

Entwickelungsgeschichte der Natur

von

Wilhelm Bölsche.





Neudamm.
Verlag von J. Neumann.
1896.



Entwickelungsgeschichte der Natur

von

Wilhelm Bölsche.

In zwei Bänden.

Gegen 1000 Abbildungen im Text. Zahlreiche Tafeln in Schwarz- und Farbendruck.

Band II.



Neudamm.
Verlag von J. Neumann.
1896.

Druck von J. Neumann in Neudamm.

Inhalts-Verzeichnis
zum II. Bande.

Viertes Buch.
Die Erde als Wohnstätte organischen Lebens in der ältesten Epoche ihrer Entwickelung.
Paläozoische Periode oder Altertum der Erdgeschichte.

Seite.

Fünftes Buch.
Die Erde als Wohnstätte organischen Lebens in der Trias-, Jura- und Kreidezeit.
Mesozoische Periode oder Mittelalter der Erdgeschichte.

Sechstes Buch.
Die Erde als Wohnstätte organischen Lebens vom Beginn der Tertiärzeit bis auf die Gegenwart.
Cänozoische und anthropozoische Periode oder Neuzeit und Jetztzeit der Erdgeschichte.



Viertes Buch.

Die Erde als Wohnstätte organischen Lebens in der ältesten Epoche ihrer Entwickelung.

Paläozoische Periode oder Altertum der Erdgeschichte.

„Es ist anziehend, eine dicht bewachsene Uferstrecke zu betrachten, bedeckt mit blühenden Pflanzen vielerlei Art, mit singenden Vögeln in den Büschen, mit schwärmenden Insekten in der Luft, mit kriechenden Würmern im feuchten Boden, — und sich dabei zu überlegen, daß alle diese künstlich gebauten Lebensformen, so abweichend unter sich und in einer so komplizierten Weise voneinander abhängig, durch Gesetze hervorgebracht sind, die noch fort und fort um uns wirken."
Charles Darwin.

Das organische Leben.

„Wo in der Ebene, einförmig gesellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloser Ferne das Auge ruht, wo des Meeres Wellen das Ufer sanft bespülen und durch Ulven und grünen Seetang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnen ihres Bestehens nach inneren ewigen Gesetzen."

Humboldt. (Kosmos I 6.)

Es hat lange gedauert, bis die Menschheit sich zu dem klaren Bewußtsein durchgerungen hatte, daß sie selbst nur ein Glied innerhalb einer ganz bestimmten irdischen Entwickelungskette — der oberste Sproß des organischen Lebens — sei. Aber im dunklen Gefühl der Völker spiegelte sich früh eine Ahnung doch des wahren Sachverhalts. Man zog eine Scheidelinie zwischen dem Lebendigen und dem Toten. Und der Mensch ergriff darin Partei: er gehörte zur Seite des Lebendigen. Wo er auf Leben stieß, da war er enger daheim.

Wo aber der Pflanzenwuchs erstarb, da begann ihm die „Öde", die „Wüste", sei es nun im sonnendurchglühten Sand der Ebene oder in der eisstarrenden Firnhöhe des Gebirges. Wo das tierische Leben sich, wenigstens seinem ungeübten Blick, entzog wie auf der offenen See, da gähnte ihn die Wasserwüste an, das „unfruchtbare" Meer mit seinen Schrecken. So weit das Leben ging, ging auch des Menschen Reich, — darüber hinaus drohte es wie Kampf mit etwas ganz Fremdem, schon beinah dem Planeten selbst Entrückten.

Und noch jetzt regt sich diese Stimmung im Reisenden, so oft er der Grenze des Tier- und Pflanzenlebens naht. Der Nordpolforscher erzählt uns, wie in der grausigen Polarnacht zwischen vegetationsleerem Eisgeklüft, über dem nur noch die Sterne und der rote Schein des Nordlichts glühen, ihn eine dunkle Angst ergreift, er sei in den Kosmos hinaus verschlagen, auf einen andern Weltkörper, wo er nicht hingehört und verschmachten muß. Dem Seefahrer scheint es ein Gruß der Heimat, wenn sein Kiel im einsamen

Weltmeer nur einen Zug schillernder Medusen, eine schaukelnde grüne Tang-Wiese kreuzt oder wenn ein windverwehter Schmetterling auf seinem Takelwerk ein Ruheplätzchen sucht.

Sei es nun ahnungsweise nur oder sei es bewußt: es liegt eine Anerkennung darin von etwas Einheitlichem, das in dem Begriff des organischen Lebens steckt. Wie die Wasserhülle der Erde etwas begrifflich Einheitliches ist, mag auch noch so viel Land sich dazwischen drängen, wie man von einer Lufthülle mit Recht spricht und dann wieder von einer harten Erdrinde, so giebt es eine lebendige Schicht gleichsam, die, in bestimmte Grenzen eingeschlossen, die Erdkugel umschließt, — eine Biosphäre (vom griechischen Bios, d. i. Leben, abgeleitet), die zwar, in tausend Einzelformen zersplittert, einen unerschöpflichen Formenreichtum zeigt, aber doch ihren Zusammenschluß eben in dem spezifischen Merkmal der „Lebenserscheinungen" findet. Wohl machen sich, tief einschneidend besonders für das unbefangene Auge, zwei gewaltige Hauptgruppen innerhalb dieser Lebewelt geltend: das pflanzliche und das tierische Leben. Das Tier erscheint als die höhere Stufe, als das mehr Belebte. Dennoch bleibt der gemeinsame Zug. Mag der Baum mit seinem starren Gerüst, seiner Unmöglichkeit, den Ort zu verlassen, wo er wurzelt, seinem stummen Leiden, wenn die Axt in ihn einschneidet, dem Fels näher scheinen: auch dem naivsten Sinne lebt er, wenn im Frühling allenthalben seine grünen Blätter aufschwellen, erst klein und unreif wie Kinder und allmählich dann groß und wetterfest, wenn die Blüten knospen, weiche, wunderbare Farben zeigen und ihre Düfte ergießen an einer Stelle, wo den ganzen Winter über nur scheinbar totes Holz war, und er stirbt umgekehrt, wenn etwa der Frost ihn übermannt hat oder der Sturm ihn knickt; Sterben heißt aber: Scheiden vom Leben.

So klar hier die alltäglichste Erfahrung den Hauptweg vorzuschreiben scheint, so geläufig und selbstverständlich aus ihr heraus uns das Wort „lebendig" geworden ist, so schwer häufen sich die Rätselfragen, wenn es nun aber gilt, dieser „Biosphäre" ihren Platz anzuweisen in der Entwickelungsgeschichte. Was ist „organisches Leben"? Seit wann besteht es auf der Erde? Ist es zu einer bestimmten Zeit aus dem anorganischen als eine komplizierteste Kraftbethätigung hervorgegangen? Bedeutet es einen „Bruch" oder nur einen streng ursachlich verknüpften Fortschritt in der Natur? Und woher stammt die Fülle seiner Einzelformen, — war sie immer und mit einem Schlage da oder ist sie im engern auch wieder Produkt einer eigenen Entwickelung? Und lassen sich Gesetze solcher Entwickelung aufstellen?

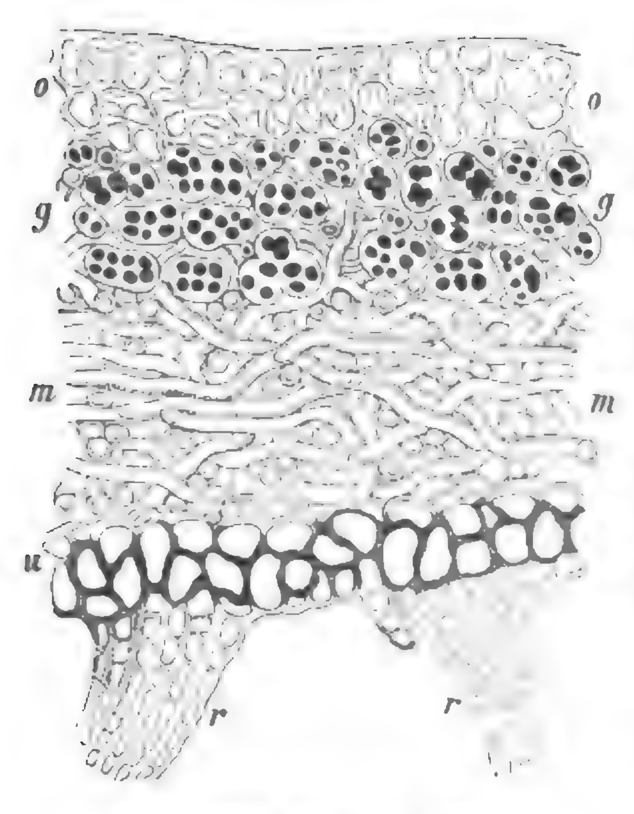
Es ist notwendig, daß wir zum Zweck auch nur eines ersten Standpunktes vor diesen Problemen uns zunächst den Begriff des Lebens für den heutigen Anblick auf der Erde etwas spezialisieren. Suchen wir.

ohne uns zu sehr bei dem Gewohnheitsmäßigen zu beruhigen, ein paar Umrisse aus dem umfassenden Gemälde jener Biosphäre zu erlangen, wie es dem gegenwärtigen Bewohner der Erdkugel vor Augen tritt.

Die räumlichen Grenzen, in die wir das Leben auf der Erde eingeschlossen sehen, liegen auf der einen Seite in einer gewissen zur Gesamtdicke des Erdkörpers überaus winzigen Tiefe der starren Gesteinsrinde des Planeten, auf der andern in einer bestimmten Höhe der Atmosphäre, für die eine genaue Ziffer uns nicht gegeben ist, die aber wahrscheinlich im Verhältnis zu der weiten Ausdehnung dieser Atmosphäre wenigstens keine allzu große ist. Von der Hauptmasse der Organismen läßt sich ohne weiteres behaupten, daß sie eine relativ ganz schmale Schicht auf oder sehr nahe der Rindenoberfläche bewohnen und hier gleichsam einen lebendigen Überzug bilden, der sich zu dem Gesamtball etwa wie eine dünne, kaum eben hingehauchte Aquarellmalerei auf einem Globus von enormsten Dimensionen ausnehmen muß. Es ist wichtig, sich dabei zu erinnern, daß selbst unsere größten Gebirgserhebungen, wie der Mount Everest im Himalaya mit seinen 8839 m = 1,2 Meilen Höhe, das Relief einer Riesenkugel von 1716 Meilen Durchmesser bilden, also eigentlich nur winzige Fältchen darstellen; das organische Leben reicht aber nur in wenigen Ausnahmen bis zur Scheitelhöhe unserer größten Berggipfel hinauf, seinen eigentlichen Reichtum entfaltet es in sehr viel tieferen Regionen.

Innerhalb dieser Grenzschicht ist das Leben allerdings von einer ganz überraschenden Zähigkeit in der Ausnutzung gradezu aller und jeder Orte. Je eingehender die Forschung sich darüber unterrichtet, je mehr sie im Besitz vergrößernder Instrumente sich auch den „Kleinen“ und „Allerkleinsten“ in Erde, Luft und Wasser zugewandt hat, desto erstaunlicher sind die Zeugnisse darüber geworden, wie zusammenhängend die Biosphäre den Erdball zu umschließen weiß.

Auf den höchsten bisher erkletterten Berggipfeln finden sich, an den steil abfallenden Fels geheftet, noch Flechten vor, also Pflanzen. Allerdings ist ihre Existenz an dieser Stelle nur ermöglicht durch ein besonderes Kunststück, das gleich bei diesem ersten Beispiel überhaupt ein gutes Licht wirft auf die wahrhaft raffinierten Möglichkeiten in der organischen Welt. Seit Schwendeners und du Bary's Untersuchungen wissen wir, daß die Flechten, einst als besondere Pflanzenklasse im System aufgeführt, nichts anderes darstellen, als eine enge Vereinigung zweier Wesen aus den so sehr verschiedenen Klassen der Pilze und der Algen, — eine sogenannte „Symbiose“, wo beide Teile sich zu engster Schutzgenossenschaft zusammengethan haben. Weder Pilz noch Alge könnten allein an nackter Steinfläche ausdauern. Der Pilz würde verhungern, da er nicht im stande ist, gleich



Querschnitt durch eine Flechte (rußfarbige Grubenflechte, Sticta fuliginosa) in 500maliger Vergrößerung.

Man gewahrt bei *g* die chlorophyllhaltigen Zellen der grünen Alge, die in ein Netzwerk von Pilzfäden eingeschlossen sind. *o* ist die äußere Rindenschicht des ganzen Gebildes, mit den Haftfasern *r* klammert es sich an seine Unterlage. Pilz und Alge leben in einer gegenseitigen Interessengemeinschaft: Symbiose.

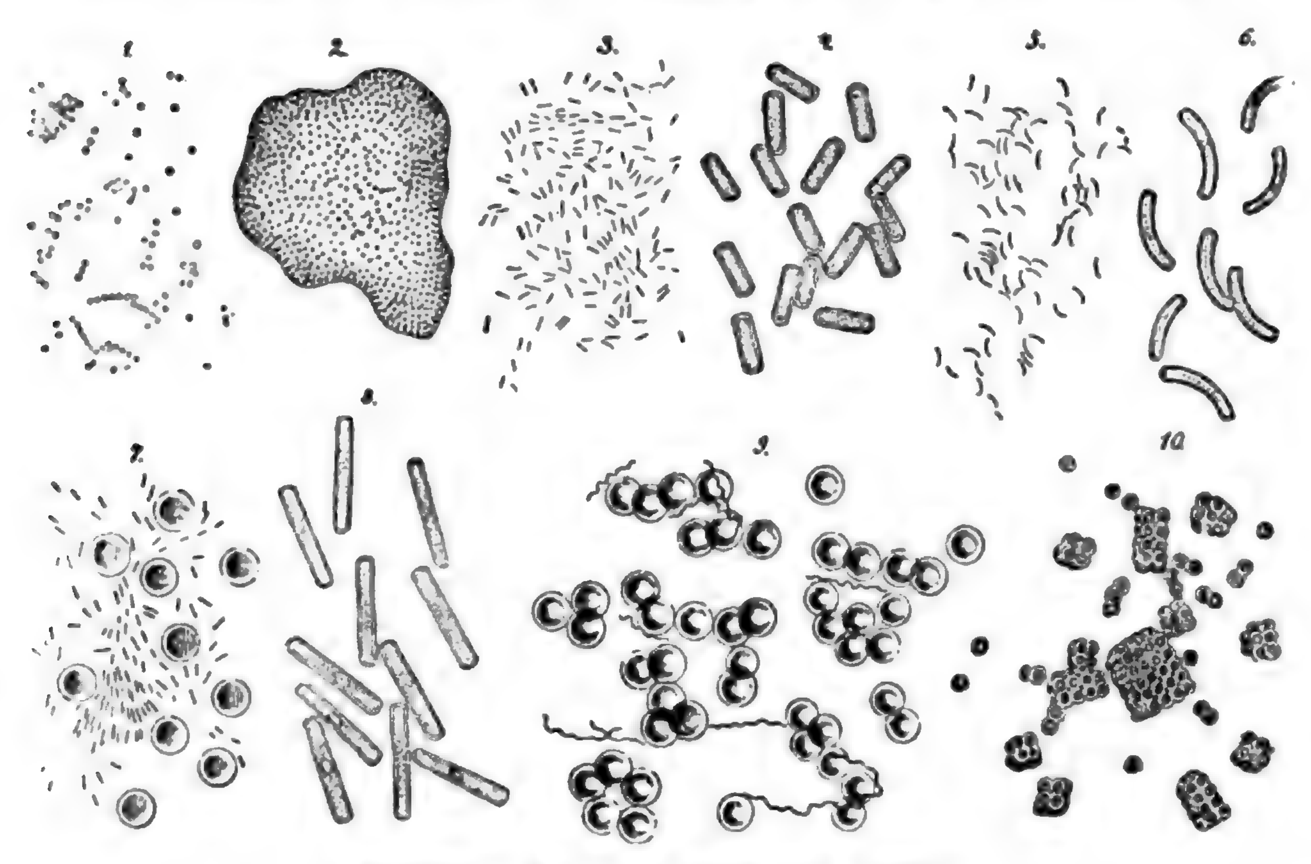
den höheren Pflanzen seine Nahrung direkt der anorganischen Natur zu entnehmen. Er braucht bereits organisch verarbeiteten Stoff zur Sättigung, kann also nur als Schmarotzer auf anderen Organismen sich erhalten. Die Alge umgekehrt bedarf eines gewissen Quantums Feuchtigkeit, ohne das sie am Fels alsbald eintrocknen müßte. In dieser Lage hilft beiden Parteien das Zusammenleben. Der Pilz umkleidet die grüne Alge mit seinen Fäden und rettet sie durch seine Gabe, Wasserdunst zu kondensieren, vor der Vertrocknung, er besorgt auch die Befestigung an der Unterlage; die Alge aber „füttert“ ihn, indem sie ihm einen Teil der Nahrung, die sie aus Luft und Unterlage direkt gewonnen, in der ihm allein genießbaren Form organischer Verbindungen weitergiebt.

Neben die Flechte, die den dürren Grat mit ihren harten Farben schmückt, tritt eine nicht minder seltsame Lebewelt des Hochgebirgs unmittelbar im Schnee. Saussure war 1760 der erste, der in den Savoyer Alpen mitten aus dem blendenden Weiß ein wunderbares Rot aufleuchten sah. Über weite Strecken hin lag der rätselhafte Farbstoff etwa 50 mm dick auf der Schneefläche. Unter dem Mikroskop klärt sich das Wunder als ein Schwarm ungezählter winziger Lebewesen auf: kugelförmige Geschöpfe von der untersten verschwimmenden Grenze zwischen Pflanze und Tier (aus der Gruppe der Volvocineen), die sich aus den im Schmelzwasser des Schnees gelösten und absorbierten Stoffen ernähren. In derselben Region, wo der „rote Schnee“ blüht, hüpft auf dem Eise munter der Gletscherfloh (Desoria glacialis), ein relativ hoch entwickeltes Tier aus der Familie der Springschwänze, die mit unseren niedlichen Zuckergästen wahrscheinlich die ältesten Stammformen des vielgestaltigen Kreises der Insekten darstellen. Wochenlang frieren die Gletscherflöhe im Eise ein, um



Der Gletscherfloh (Desoria glacialis).

nachher ebenso fröhlich wieder zu ihren drolligen Bewegungen zurückzukehren, — die geübtesten Turner jedenfalls auf dem blanken Gletscherfeld. Noch höher als diese am Boden haftenden Gesellen dringt die mit der Gabe des Fluges behaftete Tierwelt vor. Der Kondor, die riesige Geierart der südamerikanischen Hochlande, erhebt sich freiwillig (auf der Ausschau nach den an den Matten des Schneegebirgs kletternden Vicuñas, einer Lama-Art) nach Humboldts Schätzung sicher bis zu 21 843 Fuß und



Verschiedene Formen von Spaltpilzen (Bacillen).

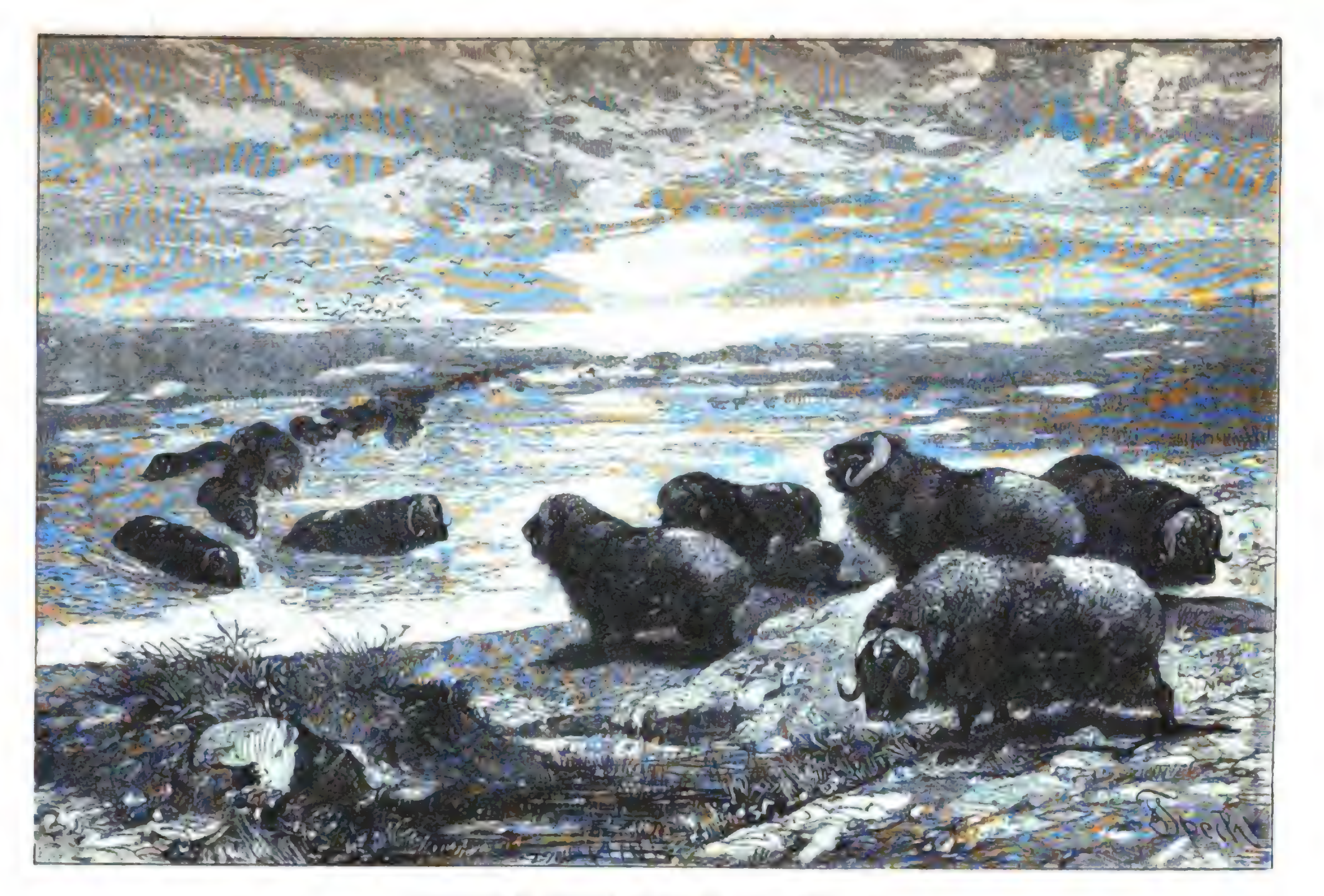
1. Micrococcus prodigiosus, 800fach vergrößert. 2. Derselbe, durch Verschmelzung der gallertigen Außenschicht vieler Einzelindividuen eine kompakte Masse bildend (sogenannte Zoogläaform), 800fach vergr. 3. Bacterium aceti, 800fach vergr. 4. Dasselbe bei 2200facher Vergrößerung. 5. Spirillum Cholerae asiaticae, der Cholera-Bacillus, 800fach vergr. 6. Derselbe bei 2200facher Vergrößerung. 7. Bacillus anthracis, 800fach vergr., dazwischen die runden Blutkörperchen, zwischen denen der Pilz lebt, in entsprechender Vergrößerung 8. Derselbe Bacillus ohne Blutkörperchen, bei 2200facher Vergrößerung. 9. Spirochaete Obermeieri, 800fach vergr., zwischen runden Blutkörperchen; die feinen Wellenlinien zwischen den Kreisen stellen den Bacillus dar. 10. Sarcina ventriculi, 1800fach vergrößert. (Nach Kerner von Marilaun.)

wahrscheinlich noch höher. Vom Winde hoch getrieben, irren Schmetterlinge um den Montblanc-Gipfel, und 2400 Fuß höher fand Humboldt noch eine Fliegenart am Chimborazo. Winzige Organismen, auch wieder von der Grenze des Tier- und Pflanzenreichs (Bakterien, Bacillen), von denen wir neuerdings wissen, daß sie zum Teil die Erreger unserer gefährlichsten Krankheiten sind, erfüllen allenthalben die Luft und werden von Windströmungen zweifellos bis in sehr hohe Regionen hinaufgetragen, ohne bei

ihrer glücklichen Organisation die Fähigkeit des späteren „Wiederauflebens“ am passenden Ort einzubüßen.

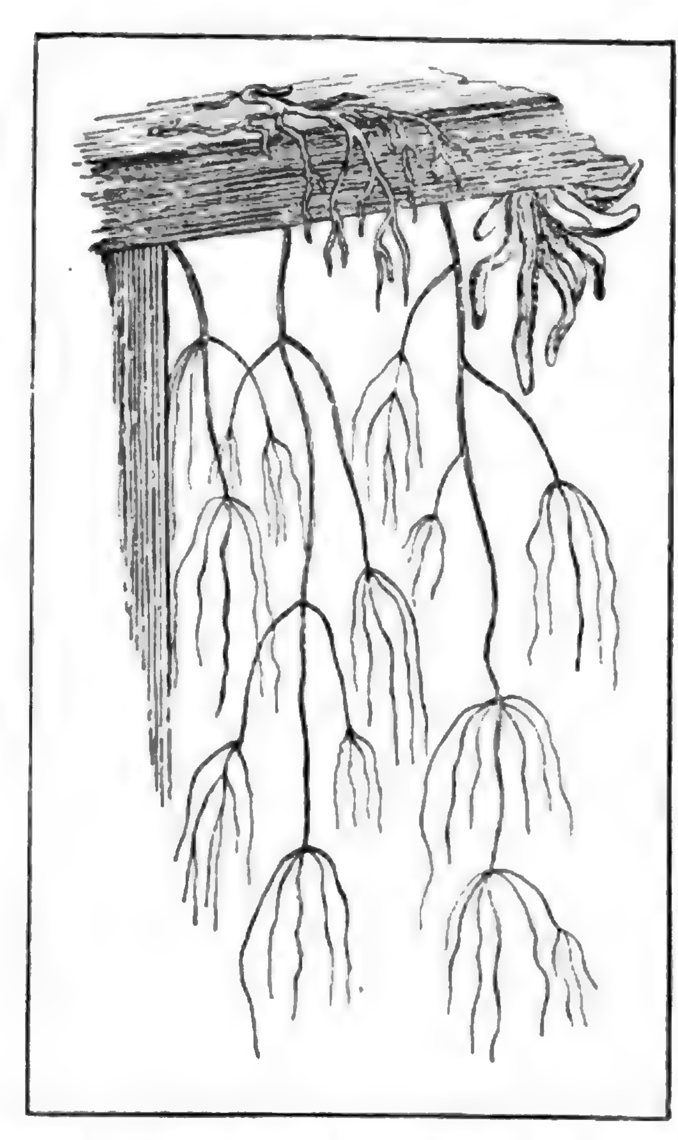
Wie in die schneebedeckte Alpenregion, so wagt sich organisches Leben auch in die starren Polarlande. Wo die zähe Energie des erfindungsreichen Menschen bisher vor den Schrecken der Eiswüste erlahmt ist, jenseits des 80. Breitengrades in Grönland und Franz Josephs Land, weist der Fels noch Flechten und Moose. In der Baffinsbai fand der tapfere Kapitän Roß die ganzen Uferklippen in das magische Rot jenes Volvocineen-Schnees getaucht, so daß er sie staunend die Karmoisinklippen (Crimson Cliffs) taufte. Über das vielumstrittene „offene Polarmeer“, das Kane's Genossen gesehen haben wollten, strichen Scharen von Seevögeln. Soweit die Eisdecke es zuläßt, wandert der Koloß der gegenwärtig lebenden Wirbeltiere, der Walfisch, gegen den Pol zu, und seine Nahrung, die grade bei den größten Arten nur in ganz kleinen Tieren: Krebsen, Weichtieren und Quallen, dafür aber auch in einer ungeheuerlichen Quantität solcher (Millionen täglich) besteht, bezeugt schon, welche Fülle untergeordneten Lebens seine Umgebung bevölkern muß.

Bis zum 81. Grad 38′ nördlicher Breite findet sich ein so großes landbewohnendes Säugetier wie der Moschusochse (Ovibos moschatus), und das amerikanische Renntier ist dort ein gewohnter Gast. Vor Zeiten haben riesige Elefanten, die Mammute, das nördliche Sibirien belebt, also noch kolossalere Formen. Diese Tiere brauchten als gewaltige Pflanzenfresser baumförmige Nadelhölzer zu ihrer Existenz. Noch heute zeigt uns das Verhalten der nordamerikanischen Vegetation, wie die organische Natur sich hier in Ländern geholfen hat, deren Boden nur in der kurzen Sommerzeit und selbst dann nur ganz dicht an der sonnenbeschienenen Oberfläche auftaut: die Wurzeln biegen sich, sobald sie der ewigen Eisschicht nahe kommen, rechtwinklig um, und so ermöglicht sich das Festhaften und Dauern selbst starker Nadelholzbestände. Von einzelnen kleinen Blütenpflanzen möchte man fast sagen, daß sie wirklich vollkommen „frostfest“ sind. Auf seiner Umsegelung Asiens fand Nordenskjöld an der Nordküste Sibiriens auf der Kuppe eines Sandhügels im schneidendsten Winde einen Stock des Löffelkrautes (Cochlearia fenestralis), der nach einer frischen Blütezeit im Sommer 1878 einen Winter mit einer Kälte bis zu —46° durchmachte, um im folgenden Sommer fröhlich weiter zu blühen. In Jakutsk in Sibirien, wo der eine Kältepol der Erde liegt, ertragen aber sogar Birken- und Lärchenbäume gewohnheitsmäßig eine Temperatur, bei der das Quecksilber gefriert! Von Fischen erzählt der Nordpolfahrer John Franklin, daß sie „festfroren, als sie aus den Netzen genommen wurden, in kurzer Zeit sich in eine harte Eismasse verwandelten und durch ein oder zwei Beilhiebe leicht aufgespalten wurden, so daß die Eingeweide in einem Stück entfernt werden konnten; wenn sie in diesem vollständig festgefrorenen Zu-



Wanderude Moschusochsen in der Moossteppe (Tundra).
Zeichnung von Specht.

stande am Feuer auftauten, wurden sie wieder lebendig; dieses war namentlich der Fall beim Karpfen; wir haben einen Karpfen sich insoweit wiederherstellen sehen, daß er lebhaft umhersprang, nachdem er sechsunddreißig Stunden lang festgefroren gewesen war.“ Mit Fröschen kann jeder selbst im Winter den Versuch machen, indem er sie in einem Gefäß mit Wasser einigen Frostnächten aussetzt: sie frieren vollkommen ein, so daß ihr grüner Körper seltsam genug aus der durchsichtigen Eismasse schimmert und tauen später zu frischestem Leben wieder auf. Von Medusen berichtet Romanes, daß Exemplare der Gattung Aurelia fest zu einem soliden Stücke Seewassereises froren; „als sie auftauten, erschien ihr sämtliches Gallertgewebe nach jeder Richtung von einer unzählbaren Menge von Eiskrystallen durchbohrt, welche sich beim Gefrieren des Meerwassers, das so reichlich in die Zusammensetzung dieses Gewebes eingeht, gebildet hatten; dennoch erholten sich die Tiere nach völligem Auftauen, obwohl die ursprüngliche Höhe des Rhythmus ihrer Kontraktionen nicht ganz wieder erreicht wurde.“ Selbst frische Hühnereier, bei deren Entwickelung doch die Wärme eigentlich das Entscheidende ist, überdauern ein einmaliges Hartwerden des Innern durch Frost.



Zwei unterirdisch (an den Holzpfosten der Bergwerksschachte) lebende Pilze.
Rhizomorpha canalicularis (unten) und Clavaria deflexa, Keulenpilz (rechts oben).
Nach Robert Schneider.

Den Versuchen, der Kälte zum Trotz, die Höhen der Atmosphäre und die höchsten Breiten des Erdballs zu erobern, entsprechen die nicht minder glücklichen an der andern Grenze: in der Richtung auf die Tiefe des Erdballs zu. Seitdem der Mensch seine Bergwerksschachte in die Unterwelt getrieben hat, sind ihm gegen 40 Pilzarten nachgestiegen, die zu ihrer Lebensthätigkeit nicht des Sonnenlichts bedürfen wie die übrigen grünen Pflanzen und aus den Holzstützen der Stollen ausreichende

Nahrung ziehen. Auf eigene Faust schlägt sein Heim im Dunkeln, fußtief unter der Oberfläche, seit alters der Trüffelpilz auf, von den Tagen des Griechen Theophrastus an den Feinschmeckern vertraut, dem Naturforscher aber eines der



Die Säulenallee in der Adelsberger Grotte bei Triest.
(Nach Photographie von M. Schäber in Adelsberg.)

seltsamsten Gebilde der ganzen Pflanzenwelt. Viel eifriger noch ist das Tierleben in seinen „subterranen" Exkursionen. Allerorten bewohnen höchst barocke, aus allen Ähnlichkeiten mit ihren nächsten Verwandten herausfallende Wirbel-

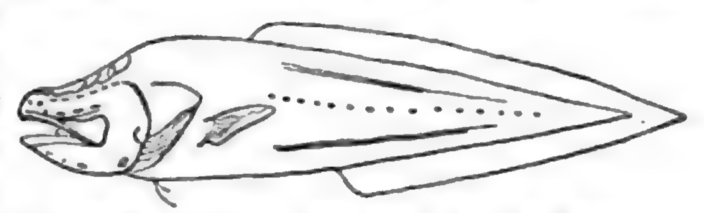
tiere, Krebse, Insekten, Schnecken u. a. die finsteren natürlichen Grotten der Erdrinde. Dem Lichte seit unabsehbaren Generationen völlig entrückt, haben



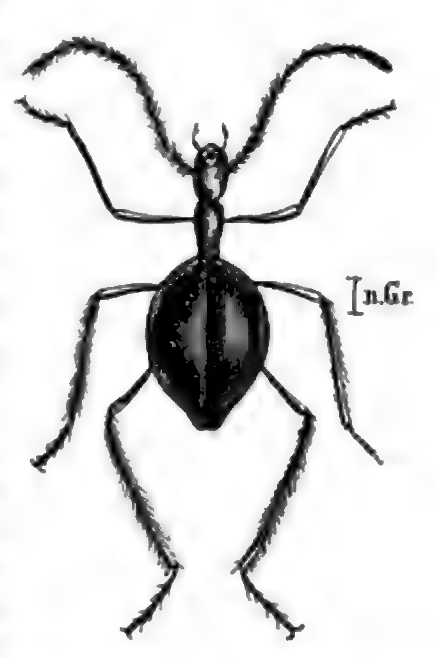
Der Olm (Proteus anguineus).
Ein blinder Molch der Adelsberger Grotte bei Triest.

sie durchweg den Gebrauch der Augen, ja das Sehorgan selbst verloren. Die stygisch schwarzen Wasser der Mammut-Höhle in Kentucky, auf denen man bisheran 18 km weit vorgedrungen ist, ohne das Ende zu erreichen, durch-

schwimmt ein blindes Fischchen, Amblyopsis spelaeus, dessen Augen äußerlich nicht mehr wahrnehmbar sind, und ähnlich lebt die Lucifuga dentata in den Höhlen der Insel Cuba. Die Adelsberger Grotte bei Triest beherbergt, ebenfalls im Wasser, den farblosen Olm (Proteus anguineus), eine Molchart mit winzigen Beinchen und dauernder Kiemenatmung; seine Augen sind von der Körperhaut völlig überwachsen. In den Spalten der grotesken Tropfsteingebilde, die sich an dem sog. Calvarienberg derselben Riesengrotte (über 2000 m vom Eingang entfernt) teils von der Decke herabsenken, teils vom Boden bis zu 42 m Höhe emporrecken, kriecht langsam und hochbeinig auf seinen verschwindend dünnen Füßen, einem rötlich spiegelnden Siegellacktropfen nicht unähnlich, der Leptoderus, ein Käfer aus der Verwandtschaft unserer Aaskäfer (Silpha); Augen wie Flügel hat er völlig eingebüßt; eine ebenfalls blinde Spinne lauert ihm in der Dunkelheit auf. Den Besucher der tiefen Felshöhlen Venezuelas umschwirren gespenstische Nachtvögel, die Guacharos oder Fettvögel aus dem Geschlechte unserer Ziegenmelker, mit schauerlich an der Felswölbung wiederhallendem Gekreisch. Allbekannt ist in seinem Leben der Maulwurf, der unter den Tieren der Trüffel entspricht; bei seinem südeuropäischen Vetter, dem Blindmull (Talpa caeca) überzieht ähnlich wie beim Olm eine feine Haut die winzigen Augen, nur dicht über dem Stern von einer feinen Röhre durchspalten. Ganz neuerdings ist in Neu-Holland der Beutelmull entdeckt worden, ein echtes Beuteltier, das sich noch tiefer in die Erde einwühlt und sich dabei sogar mit dem Bauche nach oben vorwärts bewegen soll. Wenn über dem Thal von Quito der Krater des Cotopaxi wütet, so wirft er gelegentlich Tausende von Fischen aus, die, faulend, wiederholt Krankheiten erzeugt haben; das ist der Vulkan-Wels (Stygogenes cyclopum), seiner seltsamen Erscheinungsweise nach wahrscheinlich der Bewohner unterirdischer Wasserbecken, die irgendwie mit dem Feuerberge in Verbindung stehen und bei den Ausbrüchen in Gestalt verheerender Schlammströme entleert werden.

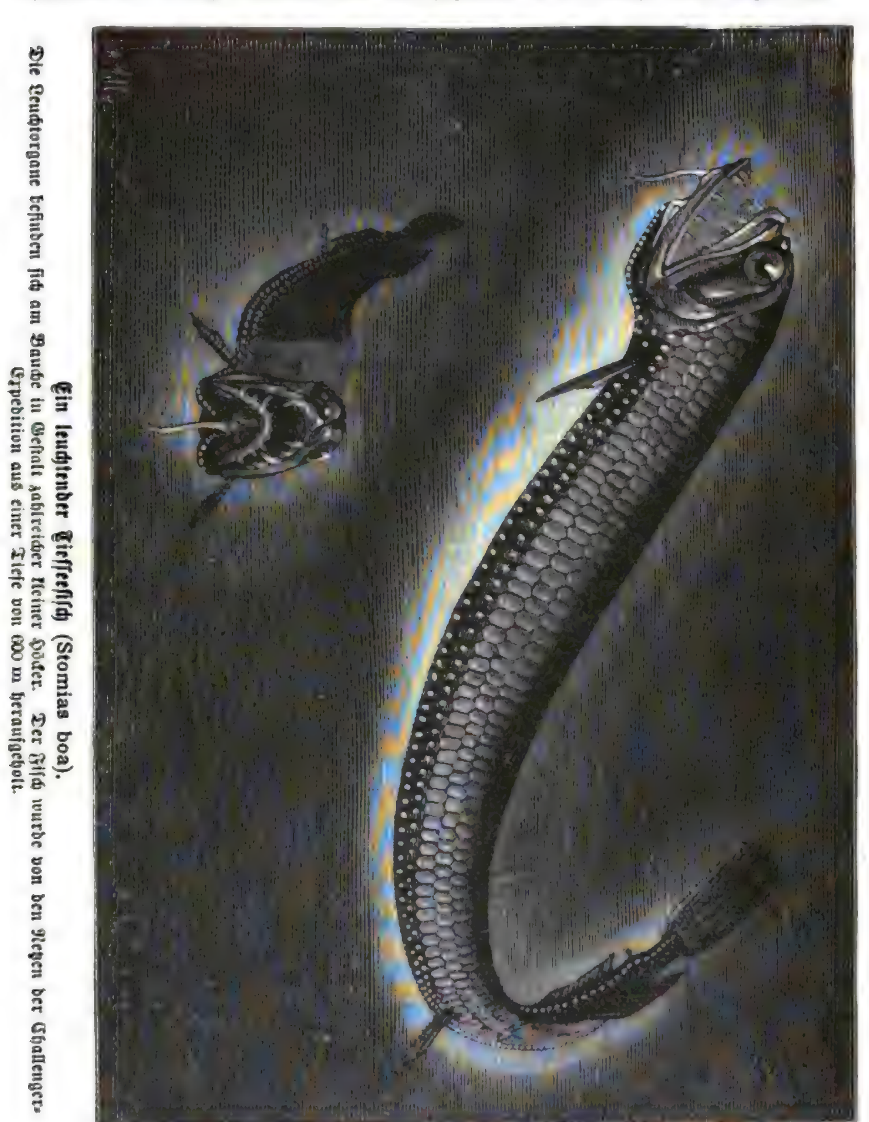


Blinder Fisch aus den Höhlen der Insel Cuba (Lucifuga dentata).
Nach Leunis-Ludwigs Synopsis der Zoologie.



Ein augenloser Käfer aus der Adelsberger Grotte (Leptoderus Hohenwarti).
Nach Vitus Graber.

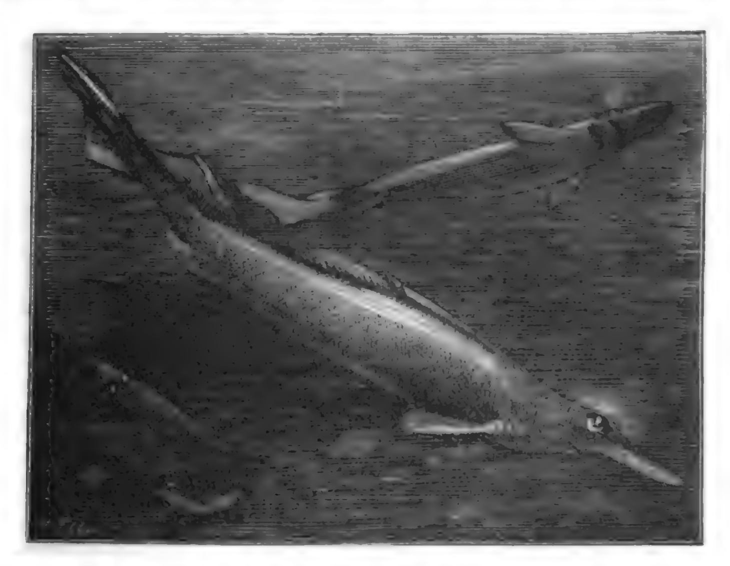
Ein ungeheures Gebiet der Erde hielt man bis vor wenigen Jahrzehnten für völlig ausgeschlossen von jeglicher Besiedelung durch organische



Ein leuchtender Tiefseefisch (Stomias boa).
Die Leuchtorgane befinden sich am Bauche in Gestalt zahlreicher kleiner Höcker. Der Fisch wurde von den Netzen der Challenger-Expedition aus einer Tiefe von 600 m heraufgeholt.

Wesen: die Tiefsee. Es klang sehr gut, wenn man theoretisch nachwies, daß einem Druck von so und so viel hundert Atmosphären, wie ihn eine Wassermasse von etwa 27 000 Fuß Dicke (in der also der Himalaya grade

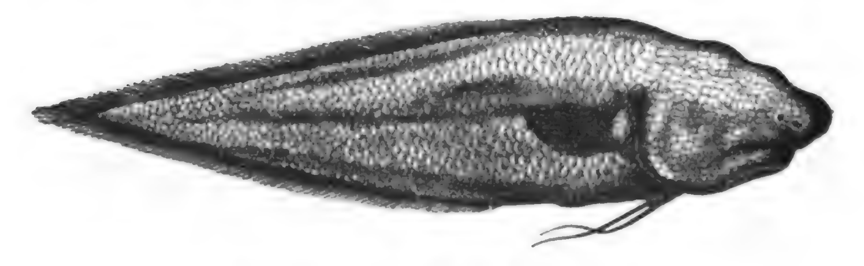
verschwinden würde!) erzeugen muß, kein Organismus widerstehen könne. Auch sollten da unten gänzlicher Luftmangel und eine überaus niedrige Temperatur herrschen, die allein schon alle Existenzbedingungen abschnitten. Im Mittelmeer, wo Forbes zuerst grundlegende Studien anstellte, schien sich das auch in der Praxis allen Ernstes zu bestätigen. Als man dann aber — aus praktischen Gründen, bei Gelegenheit der Herstellung des telegraphischen Kabels quer durch den Atlantischen Ocean — sich mit der wirklichen Tiefsee eingehender zu beschäftigen begann, zeigte sich wider alle Erwartung eine höchst seltsame Lebewelt auch an diesem schier unglaublichen



Ein leuchtender Haifisch der Tiefsee (Centrophorus chalceus).
Das Auge dient selbst als lichterzeugendes Organ.

Ort. Seitdem haben große, eigens zu dem Zweck von den besten Naturforschern geleitete Expeditionen, insbesondere die des englischen Schiffes „Challenger“ von 1872 bis 1876, die Nachforschung systematisch betrieben. An riesigen, schwer belasteten Seilen wurden umfangreiche Netze mit schmiedeeisernen Harken in den Wasserschlund hinabgelassen, ein Stück auf dem Grunde geschleift und mit Dampfkraft nachher in stundenlanger Arbeit wieder heraufgewunden. Als Resultat stellte sich unabweisbar fest, daß wenigstens Tierleben, und zwar nicht bloß niedriges, sondern selbst so hochentwickeltes, wie es die Fische vertreten, bis in die größten Tiefen hinabgeht, allerdings, ganz wie bei den Höhlentypen, unter Entwickelung der allersonderbarsten Formen: kein Wunder bei der völligen Finsternis da unten und den beinahe zehn Millionen Kilogramm Druck, die

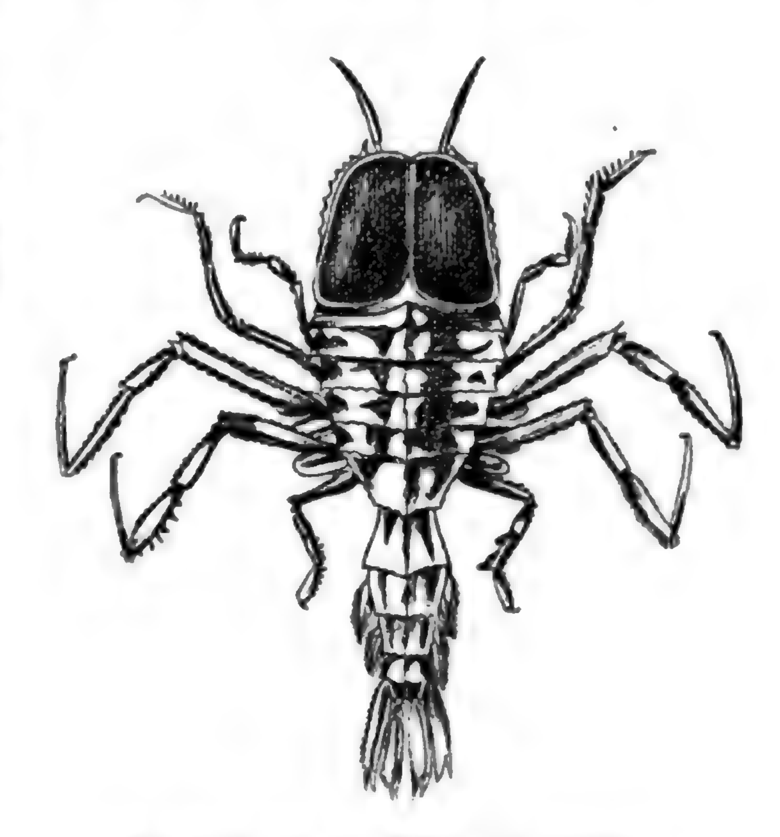
jeder Quadratmeter zu tragen hat. Mit den wissenschaftlichen Beschreibungen der Ausbeute des „Challenger“ konnten viele Bände gefüllt werden, — Häckel, der einen Teil bearbeitet hat, hat allein 230 prachtvolle Tafeln dazu geliefert, die sich allerdings nicht ausschließlich auf die Bewohner der ganz großen Tiefe beschränken. Das Pflanzenleben, stärker vom Lichte abhängig, erlischt schon bei wenig über 100 Faden Tiefe. Unter den Tieren zeigen sich zum Teil wunderliche Reliquien längst verklungener Zeit, wie noch lebende Pentacrinen oder Wurzelhaarsterne: Stachelhäuter, deren Verwandte zahlreich die Meere der Jurazeit bevölkerten und von dort auf prachtvollen Platten versteinert überliefert sind. Die Fische bieten blinde Formen: den Typhlonus nasus, der in der Gestalt fast einer Kaulquappe gleicht und durchaus jenen Höhlenfischen Amerikas entspricht. Daneben aber treten Leuchtfische, die durch ihren Lichtapparat nicht bloß den finsteren



Typhlonus nasus, ein blinder Tiefseefisch.
(Nach Günther.)

Abgrund erhellen und sich so selbst freies Terrain für ihr eigenes Auge schaffen, sondern auch ihre Futtertiere anlocken, soweit diese noch Augen besitzen. Bei einigen Tiefsee-Krebsen findet man sehr anschaulich beides nebeneinander: die eine Art völlig augenlos und blind (Willemoesia crucifera), die andere (Cystosoma Neptuni) mit riesenhaft vergrößerten Augen, die (nach Ansicht wenigstens mehrerer kompetenter Beurteiler) gemacht scheinen, bei dem matten Schein phosphoreszierender Tiere nach Beute zu spähen. Der Schlammboden, über den diese gespenstischen Wesen hinhuschen, besteht selbst wesentlich aus organischen Resten, — den winzigen, aber in unzählbarer Masse angehäuften Kalk- und Kieselschalen niedrigster einzelliger Tiere (Globigerinen und Radiolarien). Eine kurze Zeit glaubte man sogar, daß ein ganz formloses schleimiges Urtier noch lebend wie ein riesiges Netz die Tiefsee-Ebenen überziehe, der sogenannte Bathybius, es scheint aber, daß die angeblichen Spuren auf Irrtümern bei Herstellung der Präparate beruhten. Immerhin ist das Gesamtbild organischer Bethätigung in jenen Abgründen, wie die sicheren, unangefochtenen Thatsachen es geben, ein überwältigendes.

Das Leben trotzt bis zu tiefen Graden der Kälte, wie wir gesehen haben. Aber es erträgt nicht minder eine äußerst intensive Hitze. Kleine Insekten aus der Gruppe jener Taumelkäfer, die auf unsern Tümpeln wie schwarze Perlen blitzschnell im Kreise auf und ab fahren (Gyrinus), führen ihre Tänze auf heißen Quellen von 70 bis 80° C. auf. In den Rinnen, durch die das warme Wasser des Karlsbader Sprudels abläuft, finden sich noch grüne Algen, die 56° trotzen, — an den Wänden der Solfatara von Pozzuoli solche gar mitten im ausströmenden Schwefel-



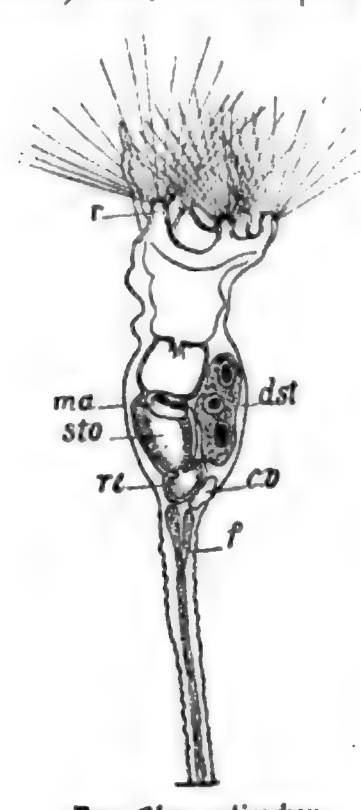
Ein blinder Krebs aus der Tiefsee (Willemoesia crucifera).

Ein Krebs aus der Tiefsee mit kolossal entwickelten Augen (Cystosoma Neptuni).

Nach Wyville Thomson.

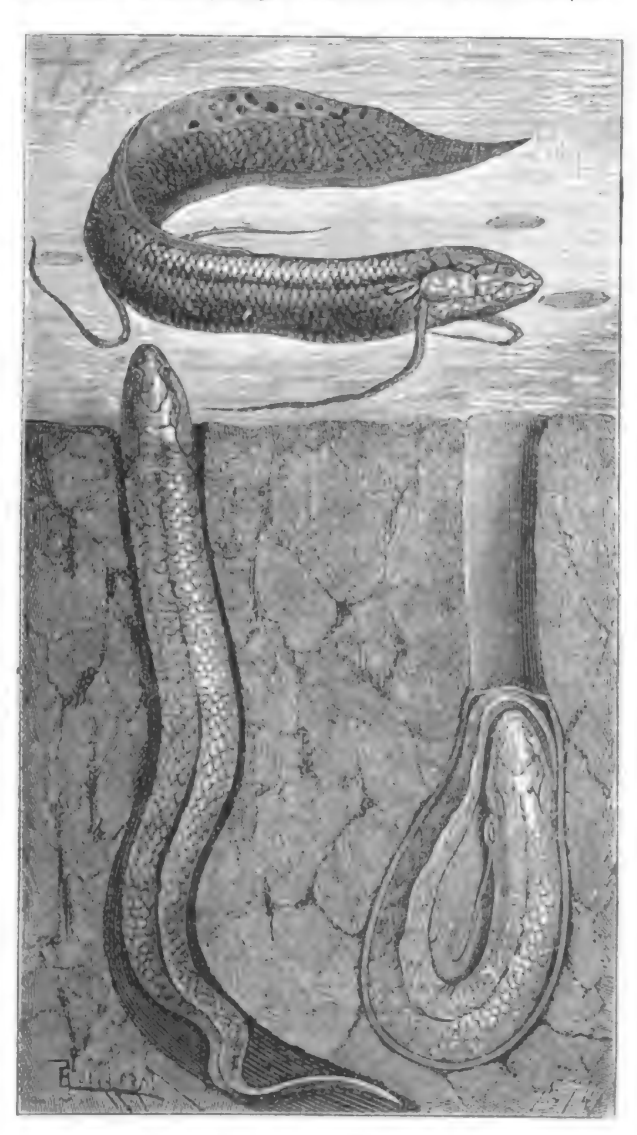
dampf, der bis 60° heizt. Die Mannaflechte der Wüste dauert auf der Oberfläche von Gestein aus, das sich bei voller Mittagsglut im Sonnenbrande bis zu 70° erwärmt. An der Loangoküste, fast unter dem Äquator, kommen Thermometerstände von 84,6° vor, ohne die im oberflächlichen Sande eingebetteten Samen der Kräuter zu töten. Behandelt man Melonensamen vorher in einer bestimmten Weise (durch Wasserentziehung), so kann man ihn drei Stunden hindurch in Wasser legen, das auf dem Siedepunkte steht, ohne daß er Schaden nimmt, und ein kleiner Prozentsatz geht bis zu 125° mit! Die Wasserabgabe ist in den letzten Fällen offenbar der Schutz gegen das Gerinnen der organischen Substanz.

Die Mittel gegen das **Eintrocknen**, das mit der Hitze Hand in Hand zu gehen droht, sind besonders bei den niederen Organismen unerschöpflich. Die sogenannten Rädertiere (Rotatoria), die man früher gern „Infusorien" nannte, jetzt aber viel höher, zu den Würmern, stellt, trocknen ohne Schwierigkeit mit den Tümpeln, in denen sie hausen, ein, werden als völlig ausgedörrte und eingeschrumpfte, scheinbar leblose Stäubchen vom Winde über die Lande verweht, wachen aber nach geraumer Zeit in der erstbesten Dachrinne, wo ein paar Tropfen Wasser sie befeuchten, zu lustigstem Dasein wieder auf und krempeln gleichsam alle ihre äußeren Organe wieder unter dem Einfluß der Feuchtigkeit aus sich heraus. Es ist im Prinzip dieselbe glückliche Gabe, die bei so vielen im Norden heimischen höheren Tieren bis zu den Säugern hinauf den Winterschlaf zur Vermeidung der kalten und nahrungsarmen Monate zeitigt. Bei südlichen Formen, besonders auch Wasserbewohnern wie dem Krokodil und dem afrikanischen Molchfisch, entspricht ihm ein „Sommerschlaf" zur Zeit der Dürre; das Krokodil gräbt sich in den Sumpfboden seines eintrocknenden Tümpels in den Llanos (Ebenen) des tropischen Südamerika; der Molchfisch (Protopterus annectens) rollt sich eng zusammen und hüllt sich in eine ringsgeschlossene Schlammkapsel, die sein eigener Schleim verkleistert. Im Pflanzenreich, wo doch das Wasser eine so unersetzliche Rolle spielt, ist die Zähigkeit des Ausdauerns selbst in der ödesten Wüste noch viel stärker entwickelt. Im Sandmeer der wasserleeren Wüsten zwischen der peruanischen Andeskette und der Küste des Stillen Oceans erinnern doch noch, wie Humboldt erzählt, einzeln stehende Fächerpalmen den Wandrer, „daß diese Einöden Teile einer belebten Schöpfung sind; im trügerischen Lichtspiele, das die strahlende Wärme erregt, sieht man bald den Fuß dieser Palmen frei in der Luft schweben, bald ihr umgekehrtes Bild in den wogenartig zitternden Luftschichten wiederholt." In der Kalahari-Wüste des südwestlichen Afrika birgt die seltsamste Pflanze der Welt, die Welwitschia mirabilis, ihren bis 4 m dicken Stamm fast ganz im Erdboden und entwickelt oben an der Sonne nur zwei ungeheure Blätter von lederartiger Beschaffenheit, die sich wie zerschlissene Riemen 3 m weit flach über den Boden dahinringeln, — ein wahrhaft gespenstisches Wesen, das mehr der kranken Phantasie eines verzückten Anachoreten entsprungen scheint als einer einfachen Anpassung der Natur. (Bild S. 20.)



Das Blumentierchen
(ein Rädertier, Floscularia ornata).
Seitenansicht.
f Fußdrüsen, ma Kauapparat, sto Magen, r Wimpern.

Als reiche trotz so weiter Grenzen der Raum der Erde immer noch nicht, suchen einzelne Organismen ihre Wohnung schmarotzend in den Leibeshöhlen und der kreisenden Blutflüssigkeit anderer, belebter Wesen. Der große Formenkreis der Würmer ist unerschöpflich in Variationen über dieses Thema, — vom mehrere Meter langen Bandwurm des Menschen bis zu dem winzigen, aber desto seltsameren Diplozoon paradoxum, das zu Hunderten die Kiemen der kleinen Elritzen und Gründlinge aussaugt, zu unerhörter Unform gestaltet durch die kreuzweise Verklammerung je zweier Individuen. Aber auch die anderen Tierstämme senden ihre Vertreter: in den Lungen der Klapperschlangen und Krokodile haust das Pentastomum paradoxum, aus dem Kreise der Milben, also der Spinnentiere; andere Formen



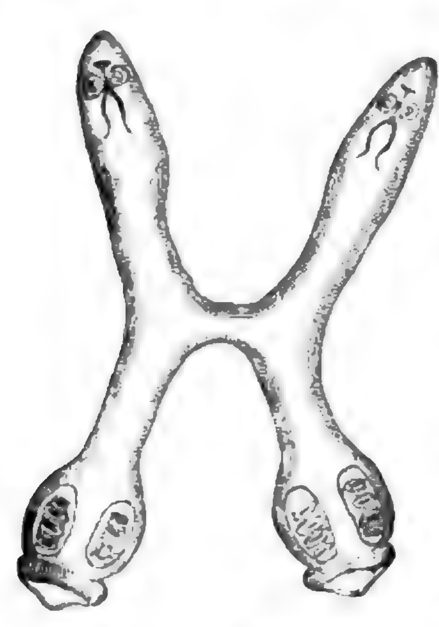
Der afrikanische Molchfisch (Protopterus annectens).
Oben frei schwimmend, unten in seiner Schlammkapsel zum Überdauern der trockenen Jahreszeit.

2*



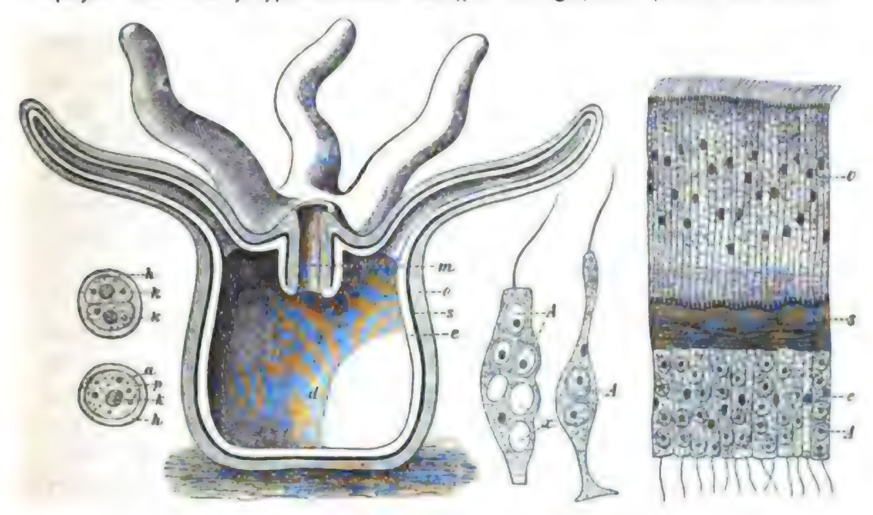
Die Wüstenpflanze Welwitschia mirabilis
aus der Kalahari-Wüste in Süd-Afrika.
(Unter Benutzung einer Zeichnung ihres Entdeckers Welwitsch in Kerner von Marilauns „Pflanzenleben“.)

dieser Gegend schmarotzen selbst schon wieder in Würmern. Der Wurzelkrebs (Sacculina) treibt, zur formlosen Wurst ohne alle Gliedmaßen degradiert, ein förmliches Wurzelgeflecht zu Saugzwecken in den Hinterleib seiner großen Verwandten, der Krabben. Selbst noch unter den Wirbeltieren, wo man glauben sollte, daß die hohe Organisation es ausschließen müsse, finden sich Parasiten: der Fierasfer, ein Fischlein von 10—20 cm Länge, zwängt sich mit dem Schwanze voran in die Kloake der Seegurken; der Inger oder Wurmfisch (Myxine glutinosa) aus der Verwandtschaft unserer schmackhaften Neunaugen bohrt sich in den Leib großer anderer Fische ein und hat infolge des Dunkellebens wie ein echtes Höhlentier seine Augen verloren. In die Kategorie dieser wundervollen Anpassungen gehören auch jene Fälle der Symbiose, die wir oben bei Gelegenheit der Flechten kennen gelernt haben, bloß mit dem Unterschied, daß hier Wirt und Gast beide gleich gut auf ihre Rechnung kommen. Symbiose findet sich nicht nur im Pflanzenreich. In die fleischigen Wände von Seerosen, jenen farbenschönen „Blumen des Meeres“, die aber echte Tiere, wenn auch relativ niedrig stehende, sind, lagern sich die gelben Kugelzellen einer Algenpflanze ein, die bei der verschiedenen Atmungsweise der beiden Organismen (die Alge haucht Sauerstoff aus, den die Seerose braucht, und empfängt



Das Doppeltier (Diplozoon paradoxum),
ein an den Kiemen von lebenden Fischen schmarotzender Wurm, der sich dadurch auszeichnet, daß je zwei Individuen miteinander verschmelzen.
(Stark vergrößert.)

umgekehrt von dieser Kohlensäure) entschieden zu beiderseitiger Zufriedenheit besteht. Bei den höchstentwickelten Klassen der Insekten finden wir kleine



Ein Fall von „Symbiose“: Seerose (Actinia),
ein Tier, das in sich gelbe Zellen einer Alge (Pflanze) beherbergt.
Fig. 1: *d* Darmraum, *m* Mund, *f* Fangarme, *o* Oberhaut, *e* Darmschicht, *s* Mittelschicht. — Fig. 2: Einzelne gelbe Algenzelle, *p* Protoplasma, *h* Zellhaut, *k* Zellkern, *a* Stärkekörner. — Fig. 3: Algenzelle in Zweiteilung. — Fig. 4: Zwei einzelne Darmzellen mit eingelagerten Algen. — Fig. 5: Vergrößerter Durchschnitt durch die Körperwand. *o* Oberhaut, *s* Mittelschicht, *e* Darmschicht mit *A* Algen. (Nach Hertwig.)

Käferchen (Claviger), die in den Nestern der Ameisen wie Genossen gepflegt und gefüttert werden, während sie selbst durch den dunklen Ort und die Gewohnheit blind und völlig hilflos geworden sind. Und hier ist die natürliche Ansatzstelle offenbar auch für vergleichende Einordnung unserer menschlichen Formen von „Symbiose“, die sich im sorgfältigen Warten und Aufziehen unserer Haustiere und Kulturpflanzen äußert; kaum irgend ein zweiter Faktor hat so umgestaltend auf das Gesamtbild der bewohnbaren Erdrinde eingewirkt, wie diese menschliche Symbiose, die ungeheure Strecken ihres natürlichen Waldwuchses entkleidet und dafür mit einigen Getreidearten und einem unscheinbaren Nachtschattengewächs aus einem Winkel Amerikas, der Kartoffel, überzogen hat.

Der gelbe Keulenkäfer (Claviger foveolatus), ein blinder Käfer, der ausschließlich in Ameisennestern lebt und von den Ameisen gefüttert wird.

Die erstaunlichen Kontraste, die schon in diesen paar Beispielen aus der räumlichen Verbreitung des organischen Lebens auf der Erde hervortreten, mehren sich ins noch viel Wunderbarere, wenn man daneben einen Blick auf die Größengegensätze wirft, unter denen

diese Ausdehnung erfolgt, und die Zeitdauer, die dem Individuum zwischen Geburt und Tod gegeben ist.

Auf der einen Seite sinkt das Leben weit unter die Grenze dessen, was unser unbewaffnetes Menschenauge noch erblicken kann, die Frage ist sogar angesichts der niedrigsten und rätselhaftesten Organismen, die doch unter Umständen für uns zu den gefährlichsten Krankheitserregern zählen (Spaltpilze, Bacillen), offen, ob nicht auch unter die Grenze selbst unserer schärfsten Vergrößerungsgläser.*) Die Kenntnis unglaublich winziger Lebensformen reicht geschichtlich, wie man sich denken kann, nicht über die Erfindung des Mikroskops, also das Ende des sechzehnten Jahrhunderts, hinaus. Leeuwenhoek sah im Tropfen Regenwasser ein lustiges Kleinleben, und als er auf Pfeffer Wasser goß, um etwa mit dem neuen Apparat auch das Geheimnis zu ergründen, was da „beiße", stellte sich das gleiche Gewimmel ein. So oft neues Wasser zugegossen wurde, war es sogleich zur Stelle, und man kam auf das Wort „Infusionstierchen" (von infundere = aufgießen), d. h. „Aufgußtierchen". Es bargen sich aber, ehe man genaue Studien angestellt hatte, unter dem Namen alle möglichen Gäste, höhere und niedrige Tiere und bewegliche niedere Pflanzen, die als Gemeinsames thatsächlich nur die „Kleinheit" hatten. Ein Blick in ein gut illustriertes zoologisches oder botanisches Werk von heute zeigt, wie tief in ihren Maßen diese Kleinheit gegenwärtig schon heruntergeht. Glockentierchen oder Vorticellen und Wurzelfüßer, beide von der untersten Ecke des tierischen Stammbaums, sieht man da als relativ eben anschauliche Objekte bei bereits sechshundertfacher Vergrößerung dargestellt. Von den zierlichen Kalkschalen der ebenfalls einzelligen, organlosen Polythalamien gehen nach Max Schultze's äußerst vorsichtiger Schätzung auf eine Unze (dreißig Gramm) Ufersand vom Strande von Neapel 1 500 000 Stück, ohne daß dabei diese Schälchen mehr als die Hälfte des Sandes ausmachten. D'Orbigny rechnete auf eine Unze Antillensand sogar fast vier Millionen. Bei den Spaltpilzen aber, den Bacillen, die uns neuerdings so viel beschäftigen und die eine große Zahl Forscher noch als „Pflanzen" aufzählt, gerät man auf achtzehnhundertfache und zweitausendzweihundertfache Vergrößerung. Das

*) Anknüpfend an die Thatsache, daß man die niedrigsten Lebewesen, die als organ- und formlose Schleimklümpchen auftreten, bis zur Grenze der Sichtbarkeit zerteilen kann, ohne daß die Teilchen den Charakter des „Lebens" dabei einbüßen, sieht sich die moderne biologische Spekulation mehr und mehr dazu gedrängt, selbst diese „niedrigsten" Wesen bereits aufzufassen als eine Anhäufung noch einfacherer Lebenselemente. Der große Botaniker und Bakterienforscher Nägeli hat in seinem gedankenreichen Buche „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre" für diese hypothetischen Ur-Organismen den Namen „Micellen" vorgeschlagen und ist der Ansicht, daß selbst unsere stärksten Mikroskope nicht hinreichen, um sie sichtbar zu machen. (Vergl. auch zu der ganzen Frage Max Verworn, Psycho-physiologische Protisten-Studien, Jena 1889.)

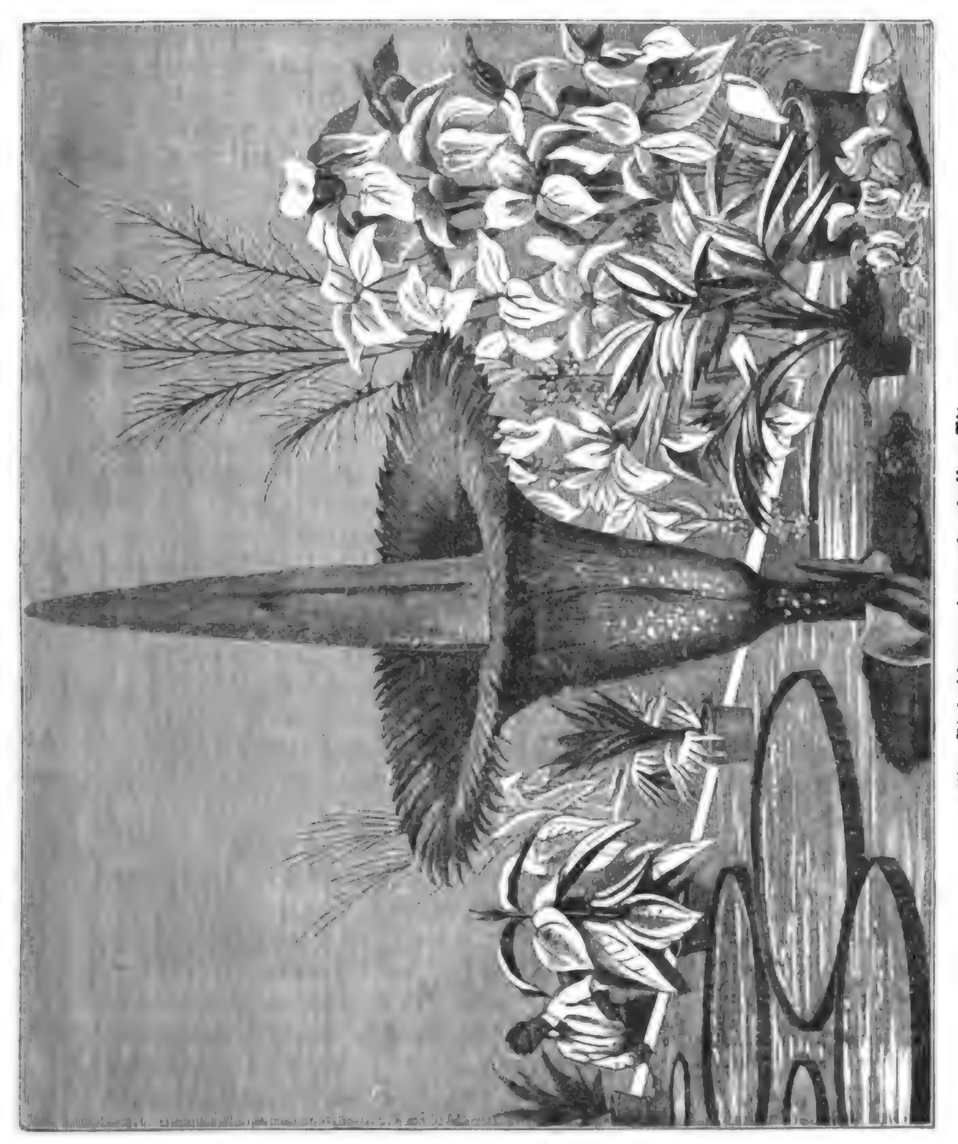
Ei, aus dem der Mensch hervorgeht und das gleich jenen niedrigen Wesen nur aus einer einzigen „Zelle“ besteht (den Leib des erwachsenen Menschen bilden Millionen!), bedarf zu anschaulicher Darstellung auch schon einer wenigstens relativ recht ordentlichen Vergrößerung, es mißt durchschnittlich 2 mm, das bloße Auge erkennt es im günstigsten Fall als feines Pünktchen. So klein und noch kleiner sind aber aus dem Kreis der Würmer und Wurmähnlichen die ganzen Rädertierchen, Geschöpfe, die keineswegs ein organloses Klümpchen lebendigen Stoffes wie Spaltpilz oder Eizelle darstellen, sondern Darm, Leibeshöhle, Nervensystem mit äußeren Sinnesorganen u. s. w. besitzen, — das alles auf so minimalem Raum, daß man sich den Kopf zerbricht, wie es möglich sei, ohne daß sich doch die Thatsache leugnen läßt. Daneben aber nun, welche Kolosse auf der andern Seite! Die Macrocystis pyrifera, eine Seetang-Art aus dem Stillen Ocean, die bis in die Region der polaren Eisschollen geht, wächst zu wenigstens 100, angeblich sogar 200 und 300 m Länge aus; ein losgerissenes, frei schwimmendes Exemplar von etwa 100 Fuß wäre 1848 beinahe für die berühmte Seeschlange gehalten worden, wobei die Wurzel als Kopf erschien. Der bekannte Fieberheilbaum (Eucalyptus amygdalina), der zu den Charakterpflanzen der australischen Wälder gehört, aber auch bereits in Südeuropa, wo man ihn aus Gesundheitsrücksichten anpflanzt, sich völlig einzubürgern beginnt, erreicht eine Höhe von vollen 152 m, überragt also die Stephanskirche zu Wien um 17 m und erreicht nahezu die Spitze der Kölner Domtürme. Die schöne Wellingtonia gigantea Nordamerikas, deren korrekte grüne Nadelpyramide über rötlichem Stamme unsere Ziergärten allenthalben zeigen, während sie in ihrer Heimat nur



Das Ei des Menschen
aus dem Eierstock des Weibes, in 400maliger Vergrößerung.
Das Ei stellt eine einzige Zelle dar mit körnigem Eidotter, dem kugeligen Keimbläschen (oben) mit dem Keimfleck, und der hellen Eihaut, durch deren feine Kanäle bei der Befruchtung die fadenförmige Samenzelle eindringt. (Nach Häckel.)

noch in ein paar Hainen wie der versprengte Rest einer Riesenzeit wild wächst, bringt es auf 142 m, wozu ein Stammumfang am Wurzelende von einigen 30 m kommt; in einen umgestürzten und innen ausgebrannten Stamm konnte ein Reiter 25 m weit hineinreiten, da der niedrigste Teil noch 4 m hoch war. Die größten Stammdurchmesser (bis 20 m) entwickelt unsere Kastanie; der afrikanische Baobab oder Affenbrotbaum, der allerdings den massigsten Eindruck macht, da der Stamm sich schon bei 9 m Höhe gabelt, erreicht nur 10 m. Ein uraltes Exemplar der Sumpfcypresse (Taxodium distichum) von Santa Maria del Tule im Staate Oajaca in Mexiko, das schon der Armee des Cortez 1519 Schatten geboten, entfaltet 6 m über dem Erdboden eine 26 m hohe Krone von 132 m Umfang. Unter dem Laubdach der Banyane (Ficus indica), das von zahlreichen Luftwurzeln, die selbst so dick wie mächtige Bäume sind, getragen wird, würde, wie Häckel erzählt, „ein ganzes Dorf mit mehr als hundert Hütten Platz und Schatten finden". Man vergegenwärtigt sich mit einem Schauer des Unermeßbaren, wie ihn kaum der Fixsternhimmel erzeugt, die Menge der mikroskopisch kleinen Zellen, die allein das grüne Blattwerk eines solchen Pflanzenriesen zusammensetzen müssen. Bei seinem Besuch auf Ceylon 1881 fand Häckel auf einem kleinen Raum über 100 blühende Talipot-Palmen (Corypha umbraculifera). Diese wundervolle Palme entwickelt über einem 100 Fuß hohen marmorweißen Stamm fächerförmige Blätter, deren jedes einzelne einen Halbkreis von 12 bis 16 Fuß Durchmesser, einen Flächenraum von 150 bis 200 Quadratfuß bedeckt. Größere Blättermaße sind sonst nicht auf der Erde bekannt. Zwischen seinem 50. und 80. Lebensjahre aber kommt der Baum — sein erstes und letztes Mal — in Blüte und erzeugt einen pyramidenförmigen, aus Hunderttausenden kleiner, gelbweißer Einzelblumen zusammengesetzten Blütenschopf, der eine Länge von über vierzig Fuß erreicht. In den Urwäldern Sumatras schmarotzt auf den Wurzeln wilder Reben, an denen sich Elefantenmist abgelagert hat, die Rafflesia Arnoldi, die umgekehrt nur eine Blüte hervorbringt; diese, ein ekelhaftes, faulendem Fleisch in Farbe und Gestalt ähnelndes, warziges Gebilde mit penetrantem Aasgeruch, zeigt aber schon als Knospe die Dimensionen eines riesigen Weißkohlkopfes, um dann, geöffnet, sich zu einem Durchmesser von gut 1 m auseinander zu spannen. Bei der ungefähr ebenso großen weiß und violetten Rafflesia Schadenbergia von den Philippinen wurde das Gewicht einer solchen Blüte auf 11 kg geschätzt. Der Amorphophallus Titanum, ein Verwandter unseres merkwürdigen Aronstabes, in West-Sumatra zeigt auf nur 1 m hohem Schaft einen über 1½ m langen Kolben, den eine Blütenhülse umgiebt, die am obern freien Rande 2½ m mißt; 1879 von Beccari entdeckt, ist diese wohl kolossalste aller Blumen der Welt in Samen nach Kew bei London verpflanzt und 1890 dort in imposanter Pracht zum Blühen gebracht worden. Im Tier-

reich sind fast alle höheren Stämme zur Ausbildung gigantischer Formen gelangt. An den abschüssigen Ufern kleiner Flüsse von Gippsland (Australien) gräbt der Megascolides australis seine Löcher, ein Regenwurm von 2 m Länge. Der Kreis der Gliedertiere hat wenigstens vorzeiten, wie die Reste in englischem Sedimentgestein aus der sogenannten Devonzeit beweisen,



Eine Riesenblume: Amorphophallus Titanum
aus Sumatra, im Park von Kew bei London 1890 zur Blüte gebracht.

Krebse (Pterygotus) von 1½ m hervorgebracht. Das Museum zu Tübingen bewahrt eine Schieferplatte der Juraformation, auf der unter anderm 24 Exemplare von Seelilien (Pentacrinus), also festgewachsenen Tieren aus dem Kreise der Stachelhäuter, durcheinander gewirrt sind: bei dem größten hat der Stiel eine Länge von 17 m bei 1 m Kronenbreite; die einzelnen Glieder des komplizierten Kalkgerüstes, das diesen Wunderbau im Meere aufrecht erhielt, schätzt Quenstedt bei solchem großen Exemplar auf etwa 5 Millionen. Aus den Tiefen des Oceans erheben sich noch heute bisweilen sogenannte „Kraken", riesenhafte Tintenfische (aus dem Kreise der Weichtiere), die über 30 Fuß Länge erreichen können und an 40 Centner schwer werden. Der farbenschöne, fast ganz auf den Ocean beschränkte Formenkreis der Cölenteraten liefert die Cyanea arctica, eine prachtvolle Scheibenqualle, deren Schirm eine Breite von mehr als 2 m hat, während nach unten die Fangarme sich 40 m weit ins Wasser recken; und doch ist dieser Koloß, der einen Walfisch umwickeln könnte, in keinem Teile seines gallertigen Körpers auch nur so fest, daß man ihn daran aus dem Wasser ziehen könnte! Unter den Wirbeltieren bringt es der desto solider gebaute Grönlandwal (Balaena mysticetus) bis auf 24 m Länge und über 100000 kg Gewicht, — letzteres das sechzehnfache des schwersten afrikanischen Elefanten. Schlanke, meerbewohnende Eidechsen der Kreidezeit, die Mosasaurus-Arten, haben vor seiner Zeit schon einmal seeschlangenartige Körper von 30 m entwickelt gehabt; auf dem Lande bewegte sich um dieselbe Zeit oder etwas früher in Nordamerika der ungeschlachte Atlantosaurus mit gar 36 m, die, bei der Hochbeinigkeit des Ungetüms, ihm das Ansehen eines wandelnden Hauses gegeben haben müssen, — durch die Lüfte schwirrten Flugechsen (Pterodactylus) von 7 m Spannweite (der Kondor unter den Vögeln hat bloß 2,75 m!) und, aufrecht auf ihren Hinterbeinen trabend, reckten sich Iguanoden-Arten, ebenfalls Reptilien, zu einer normalen Höhe von 7 m empor (vergl. das Bild Bd. I S. 21), also noch 4½ m höher als unser größter Strauß und wenigstens 4 m mehr als der höchste bekannte Vogel überhaupt, der jetzt auch ausgestorbene Dinornis giganteus von Neu-Seeland.

Die Größen-Differenzen finden eine Analogie in den erstaunlichen Altersdifferenzen, die den einzelnen organischen Individuen gestellt sind. Uns allen ist das Bild der „Eintagsfliege" geläufig, des zarten Insekts Ephemera, das in vieltausendköpfigen Scharen an einem schwülen Gewitterabend dem Wasser entsteigt, in Zeit von ein paar Stunden seine Liebe austollt, Eier legt und stirbt, ohne Nahrung zu sich genommen zu haben. Immerhin darf man hier nicht vergessen, daß dem schnellen Freiheitsrausch ein zwei bis drei Jahre dauerndes, höchst gefräßiges Larvenstadium im Wasser vorausgegangen ist. Aber das Bild von der außerordentlich kurzen Lebensbahn der Insekten (also relativ sehr hochstehender Tiere) bleibt

im allgemeinen deshalb doch ein richtiges. Ein Laufkäfer, der in der Gefangenschaft künstlich ein paar Jahre über seine regelrechte Zeit hinaus gefüttert worden war, wurde in dieser Frist ein Greis, der gliedweise seine Beine verlor. Eine einzige Paarung bedeutet für das Insektenmännchen in der Regel den endgiltigen Lebensgipfel, dem der Erschöpfungstod ebenso unverzüglich folgt wie beim Weibchen nach Ablegung der Eier; letzterer Prozeß kann allerdings bei den eigentümlichen Befruchtungsverhältnissen in diesem Kreis relativ lange dauern: die Bienenkönigin legt bis ins fünfte Jahr Eier (über eine Million), die von einer einzigen Befruchtung her lebensfähig sind. Die für gewöhnlich an der Fortpflanzung unbeteiligten Arbeitsbienen haben, wie die sorgsamsten Experimente nach langem Streite dargethan haben, in der Zeit zwischen Frühling und Herbst nur eine normale Lebensdauer von sechs Wochen. Um so gewaltiger steigen die Ziffern in die Höhe, sobald man die Wirbeltiere durchmustert. Einzelne Hechte und Karpfen sind, indem sie zu meterlangen Kolossen auswuchsen, weit über 100 Jahre alt geworden, ebenso Schildkröten. In der Gefangenschaft, die allerdings die Existenzbedingungen immer etwas (bald günstig, bald ungünstig) verschiebt, hält der Kanarienvogel so lange aus wie unser Haushund: bis ins achtzehnte Jahr. Der Adler, von dem man kaum glauben kann, daß die Freiheitsberaubung ihn dauerhafter machen sollte, wird im Menageriekäfig 100 Jahre alt. Vom Papageien ist bekannt, wie er im Bauer mehrere Generationen von Pflegern überdauert, und Humboldt hat die hübsche Geschichte jenes Aturen-Papageien mitgeteilt, der Worte einer fremden Sprache lallte, die fremd geworden war, weil der letzte des Volksstamms, der sie sprach, inzwischen längst gestorben war. Die größten Säugetiere, der Elefant, der Walfisch, reichen zweifellos auch bis über die Hundert weg. Hier kommt die lange Dauer der Entwickelung hinzu: der Elefant wächst bis ins vierundzwanzigste Jahr und wird erst mit 16 zeugungsfähig. Diese langsame Vollendung ist es wesentlich wohl auch — in Verbindung mit der bewußten Regelung seiner Lebensweise — was den Menschen unter Umständen die Hundert erreichen und überschreiten läßt. Hier ist — was beim Tiere schwer festzustellen ist — am bedeutsamsten die geistige Vollkraft, die wenigstens bis an die Schwelle der Neunzig in vielen Fällen erwiesen ist. Die Gehirnzellen eines Humboldt funktionierten zwischen achtzig und neunzig noch in der wundervollen Weise, deren Zeugnis das Buch vom „Kosmos“ ist, ohne irgend eine Spur von Nachlassen des Gedächtnisses. Immerhin regelt die Wachstumsgrenze einigermaßen hier die mögliche Höhenziffer der Existenz: wie der Mensch nicht mehr räumlich größer werden kann von einem gewissen Zeitabschnitt an, so ist auch seine Lebensdauer wahrscheinlich trotz aller verbesserten medizinischen Kunst der Zukunft schwerlich je über ein gewisses Maximum (in der Gegend der Hundert) hinaufzutreiben. Anders scheinen in dieser Voraussetzung die Dinge im

Pflanzenreich zu liegen. Indem einzelne Baumindividuen ins Ungeheuerliche jener oben citierten Maße auswachsen, erreichen sie auch ein kolossales Alter, vor dem unsere ganze menschliche „Weltgeschichte“ zusammenschrumpft.



Alter Eiben-Baum (Taxus baccata) in Berlin.

Es ist ein gewiß seltsamer Gedanke, daß die lebendige Zellengenossenschaft eines und desselben grünen Baumes nicht nur wie der Papagei zwei oder drei Generationen und unter diesen eventuell auch (wie bei dem Aturenstamm) die letzte eines Volkes überlebt, sondern daß sie ganze Völker

überhaupt, von ihrem Aufdämmern bis zu ihrem Verwehen in frischer Lebenskraft begleitet habe, — etwa die Römer von ihrer sagenhaften Königszeit bis zum Zerbrechen des weströmischen Kaiserreichs unter den Germanenfäusten, oder des Germanentums, wo ja noch kein Verwehen nah ist, wenigstens von seinen Sumpfwäldern und Bärenhäuten bis auf die elektrisch erhellte Großstadt mit ihren Museen und ihrer sozialen Frage. „In Calaveras County am Westabhang der californischen Sierra Nevada (erzählt der ausgezeichnete Erforscher Central-Brasiliens, Karl von den Steinen) befindet sich ein viel besuchter Hain von Wellingtonien. In dem Stamm eines dieser himmelanstrebenden Giganten sehen wir noch heute die Spuren eines Feuers, das in jenen Tagen, als Columbus das Licht der Welt erblickte, schon längst erloschen gewesen sein muß. Ein anderer Baum, der im Jahre 1853 gefällt wurde, und auf dessen Stumpf ein humoristischer Yankee hinreichend Platz fand, um seine Zeitung „The Big Tree Bulletin“ zu drucken, hat lange stolz in die Lüfte geschaut, ehe Gutenbergs Kunst erblühte. Am Boden liegt der gewaltigste der Kolosse von Mammothe Grove, der „Father of the Forest“, einst dem St. Stefan in Wien an Höhe gleich, aber weit älter als er; er hatte am Ende des 15. Jahrhunderts die Hälfte seiner Lebenszeit bereits überschritten, — ja, als im Jahre 1008 der erste Europäer auf amerikanischem Boden geboren wurde, Snorre, Thorfinns und Gudrids Sohn und, wenn die isländische Genealogie wahr berichtet, Thorwaldsens Ahnherr, da hatte Waldvaters Wipfel nach mäßiger Schätzung schon zwei vollbemessene Säcula hindurch in Sturm und Sonne gestanden. So weit Geschichte und Sage die Fahrten der Europäer nach Amerika zurückzuverlegen im stande ist, so umfaßt dieser Zeitraum noch nicht einmal die Lebensdauer eines Individuums der Wellingtoniaart.“ Dennoch sind damit noch keineswegs die ganzen Ziffern berührt, wie sie für die Lebensdauer einzelner Pflanzenarten eventuell in Betracht kommen können. Es giebt Schätzungen, die dem afrikanischen Baobab 5000 Jahre, dem jetzt zerstörten großen Drachenbaum von Teneriffa (vergl. Bd. I S. 12) 6000 Jahre geben, also eine Entstehungszeit, in der, wie Humboldt mit sehr geschickter Charakteristik hervorhebt, (infolge der Veränderung der Nachtgleichen) „das südliche Kreuz noch im nördlichen Deutschland sichtbar war“. Diese höchsten Zahlen sind allerdings, wie erklärlich, nur annähernde Schätzungen, die Fehlerquellen enthalten können. Aber als sicher läßt sich für die Cypresse (Cupressus fastigata) und die seltsame, aus unsern Wäldern heute fast ganz verschwundene und nur noch in Ziergärten gehegte Eibe (Taxus baccata) 3000 als Grenze angeben, für die Kastanie, die Stieleiche (Quercus pedunculata) und die Libanon-Ceder 2000, die Fichte (Abies excelsa) und die Sommerlinde (Tilia grandifolia) wenigstens 1000. Bei dieser ganzen Betrachtung ist es übrigens nicht unwichtig, daran zu erinnern, daß die Fortpflanzung der Organismen,

bei der sich jedesmal ein leiblicher Teil des elterlichen Wesens ablöst und auf eigene Rechnung weiterentwickelt, im Grunde nichts ist als ein ins Unendliche fortgesetztes Wachstum, bei dem die ganze Art, ja, falls alle Arten wirklich einen einheitlichen Stammbaum haben, schließlich alle lebenden Wesen aller Zeiten als eine einzige geschlossene Lebenswelle erscheinen, ein einziges riesenhaftes Individuum, das seit Millionen von Jahren die Biosphäre über dem Erdball bildet. Selbst wenn man diese Auffassung auf die Sprößlinge auch nur derselben Gattung beschränkt, kommt man gelegentlich zu den enormsten Zahlen ihres Alters. Brachiopoden oder Armfüßler, wunderliche Tiere vom Wurmtypus, die in einer Doppelschale wie die Muscheln hausen, kommen in den ältesten, noch mit Versteinerungen durchsetzten Schichten des Sedimentgesteins schon mit einer Gattung Lingula vor, die heute noch existiert. Die Gattung Ceratodus der Molchfische, die zu den merkwürdigsten Übergangsformen im Wirbeltierstamm zählt, findet ihre Vertreter in den Resten der Triasformation, die noch vor der Zeit der Ichthyosaurier lag, wie lebendig im Ceratodus Forsteri der Sümpfe des heutigen Neu-Holland. Das Alter wenigstens solcher Gattungen zählt zweifellos nach vielen Millionen von Jahren, in denen sie immerzu fortgesetzt wurden durch einzelne Zellen, die wieder zu neuen Tieren auswuchsen, ohne im Daseinskampfe einmal sämtlich vernichtet oder doch zur völligen Umwandlung gezwungen zu werden, wie es den meisten anderen ergangen ist.

Das sind, nur mit ein paar gröbsten Beispielen belegt, die allgemeinen Umrisse im Lebensgemälde, was Verbreitung auf der Erde und Verschiedenheit der Größe und Lebensdauer innerhalb dieser Verbreitungsgrenzen anbetrifft. Ein neuer Farbton fügt sich ein, der aber auch für das Voraufgehende manches noch erklärt, wenn wir einen Moment bei der Menge der organischen Wesen und der Art, wie diese Menge sich anhäuft oder zersplittert, verweilen.

Die Gesamtzahl der auf der Erde zur Zeit lebenden organischen Individuen auch nur ganz annähernd zu bestimmen, ist schlechterdings unmöglich. Zumal nach unten, in der Fülle der Kleintiere und niedrigen Pflanzen bis zu den Spaltpilzen herab, die wir mit jedem Atemzuge als unsichtbar wirbelnden, nur scheintoten Staub der Luft einsaugen, erlahmt jeder Versuch von selbst. Die Zahl der Arten allein festzustellen, ist seit Jahrhunderten eine ungeheure Aufgabe der beschreibenden Biologie, die noch lange nicht zum sichern Ende gebracht ist. Legen wir eine ganz ungefähre Schätzung für die Pflanzen zu Grunde, so erhalten wir als Mindestmaß 150000 beschriebene Arten, — es sind aber lange nicht alle vorhandenen beschrieben, und auch ohne das dürfte jene Mindestziffer sich leicht zu vollen 200000 abrunden lassen. Das entspräche dann etwa auch der für die Tiere anzunehmenden Durchschnittszahl, bei der noch wenigstens

30000 ausgestorbene Arten zu zählen sind. Man bedenke, was das heißt: fast eine halbe Million Individuen würde eine komplette Sammlung umschließen müssen, wenn jedes Individuum eine andere Art repräsentierte.

Um aber wenigstens eine Stichprobe zu ermöglichen, wie sich diese Artzahl zur Zahl der nun wirklich vorhandenen Individuen verhalten möchte, wollen wir ein paar Daten aus einzelnen Gruppen sammeln, wie sie sich gerade geben. Eine gangbare Ziffer nennt 1435 Millionen als die Zahl der Menschen, also der Vertreter der allerdings sieghaftesten und anpassungsfähigsten Säugetierart auf Erden. Diese Ziffer giebt ungefähr wieder einen Anhaltspunkt für die Individuenzahl der mit dem Menschen die ganze Erde durchwandernden Mäuse, Bandwürmer, Flöhe, Läuse u. s. w., sowie der Nährpflanzen und Holzpflanzen, die er künstlich unterhält, um sie für sich nutzbar zu machen. Man vergegenwärtige sich bei Gelegenheit dieser Holzpflanzen die Menge der Eichbäume etwa nur in Europa und sage sich dabei, daß auf der Eiche allein 184 ihr eigentümliche und von ihr abhängige Insektenarten, zum Teil in ganz außerordentlicher Individuenzahl, leben, mehr als in ganz Europa an Säugetierarten zu finden ist. Aus dem Eise Sibiriens sind einer annähernden Schätzung nach im Laufe von 200 Jahren Skelettreste von 20000 Individuen der ausgestorbenen Mammut-Elefanten herausgetaut, Kolosse bis zu 8000 kg Gewicht, die zu Lebzeiten eine enorme Masse Nadelhölzer als Futter nötig gehabt haben müssen; dabei kommt höchstwahrscheinlich nur der (vielleicht nicht einmal große) Prozentsatz der ehemals vorhandenen Individuen dieser Mammute so zum Vorschein, der bei Schneestürmen verschüttet oder im Moorboden zufällig versunken ist. An den verschiedensten Stellen der Erde ereignet es sich, daß irgend eine Tierart periodisch in Schwärmen auftritt. Dann glückt es, einen Begriff von der möglichen Individuenzahl zu gewinnen, die sich der Statistik stellen müßte, wenn die sonst über weite Strecken verteilten Einzelwesen derselben Art plötzlich vereinigt würden. Zu Fortpflanzungszwecken erheben sich aus der Tiefe alljährlich (so erzählt Brehm) „die Heringe in unschätzbaren Massen, treiben sich zwei oder drei Tage lang nahe der Oberfläche des Meeres umher, drängen sich in buntem Durcheinander zu dichten Haufen, namentlich wenn schlechte Witterung herrscht, eilen vorwärts und lassen währenddessen Eier und Samen ins Wasser fallen. Zuweilen wird Laich und Milch in solcher Menge ergossen, daß das Meer sich trübt und die Netze mit einer Kruste oder Rinde sich überziehen, daß ein widriger Geruch entsteht und auf weithin sich verbreitet, daß buchstäblich die obere Schicht des Wassers so mit Samen geschwängert ist, um die Eier befruchten zu können. Von den Heringszügen macht sich der Binnenländer schwerlich eine Vorstellung, weil ihm die Berichte der Augenzeugen übertrieben und unglaublich zu sein scheinen. Aber die Augenzeugen stimmen so vollständig überein, daß wir nicht wohl

zweifeln können". „Sachkundige Fischer", sagt Schilling, „welche ich zum Fang begleitete, zeigten mir in der starken Dämmerung Züge von meilenweiter Länge und Breite nicht etwa auf der Meeresfläche, sondern am Wiederscheine der durch sie erhellten Luft. Sie ziehen dann so dicht gedrängt, daß Boote, welche dazwischen kommen, in Gefahr geraten; mit Schaufeln kann man sie unmittelbar ins Fahrzeug werfen, und ein langes Ruder, welches in diese lebende Masse gestoßen wird, bleibt aufrecht stehen." Das Nahen dieser Fischmassen gleicht (mit Elysée Reclus' Worten) dem Aufsteigen einer riesigen Insel. „Aber diese aus Fischen bestehende Insel wird von allen Seiten angegriffen und angefressen. Jede Abteilung des gewaltigen, 300 km langen und fünf bis sechs km breiten Zuges wird von Legionen von Waltieren und anderen großen Seetieren begleitet, die ringsum andringen und unablässig zu Hunderten die Heringe verschlingen. Vögel, die scharenweise über der Nordseene schweben, schießen von allen Seiten herab, ihre Opfer zu wählen. Eine ölige Masse, die von der Galle der Millionen zerfleischter Fische herrührt, schwimmt auf der Meeresfläche." Trotz dieser Zerstörungen bleiben den Fischern solche Unmassen zur Verfügung, daß in England allein der kleine Hafen Yarmouth jährlich 400 Schiffe zu 14 bis 70 Tonnen Tragkraft und zwölf Mann Besatzung auf den Heringsfang schicken kann und einen Gewinn von 17½ Millionen Franks dabei macht; 1857 lieferten drei solcher Schiffe desselben Eigentümers allein 37 Millionen Fische. Nach Blochs Angaben salzten z. B. die Holländer jährlich 624 Millionen Heringe ein, und Gothenburg in Schweden versandte 1781 allein 164 Millionen. Und das ist bloß, was in Handel kommt; außerdem leben noch diese ganzen Fischervölker von ihrem Fang und verzehren etwa ein Viertel davon selbst. Auch der Kabeljau, ein mächtig viel größerer Fisch als der Hering, bis anderthalb Meter lang und 40 kg schwer, wird auf der Neufundlandsbank jährlich in über 300 Millionen Stück erbeutet und auf den Lofodden bis zu 25 Millionen. Dem Hörer dämmert ein Bild auf, daß man mit so viel Millionen meterlanger Fische (dächte man sie sich alle aneinander gereiht) ungefähr die 51000 Meilen von der Erde bis zum Monde überbrücken könnte! Das landbewohnende Pendant zu diesem Fischsegen bieten die — allerdings nicht gerade zum Segen der Menschheit berufenen — Raupenschwärme, vor allem die der berüchtigten Nonnenraupe. Man hat ausgerechnet (ich entnehme die Notiz dem äußerst instruktiven Werke Vitus Graber's „Die Insekten"), daß zur vollständigen Abweidung eines Morgens Fichtenwald etwa 300000 Raupen erforderlich sind. Im Juli 1858 drang nun, vom Südwind gejagt, in das Schwatzer Schutzgebiet der Nonnenschmetterling in weißen Wolken ein. Das Förstereigebäude wurde völlig mit Faltern „inkrustiert", die Fläche des Pilwurmsees wie mit Schaum von den Ertrunkenen überdeckt und im Walde der Eindruck eines

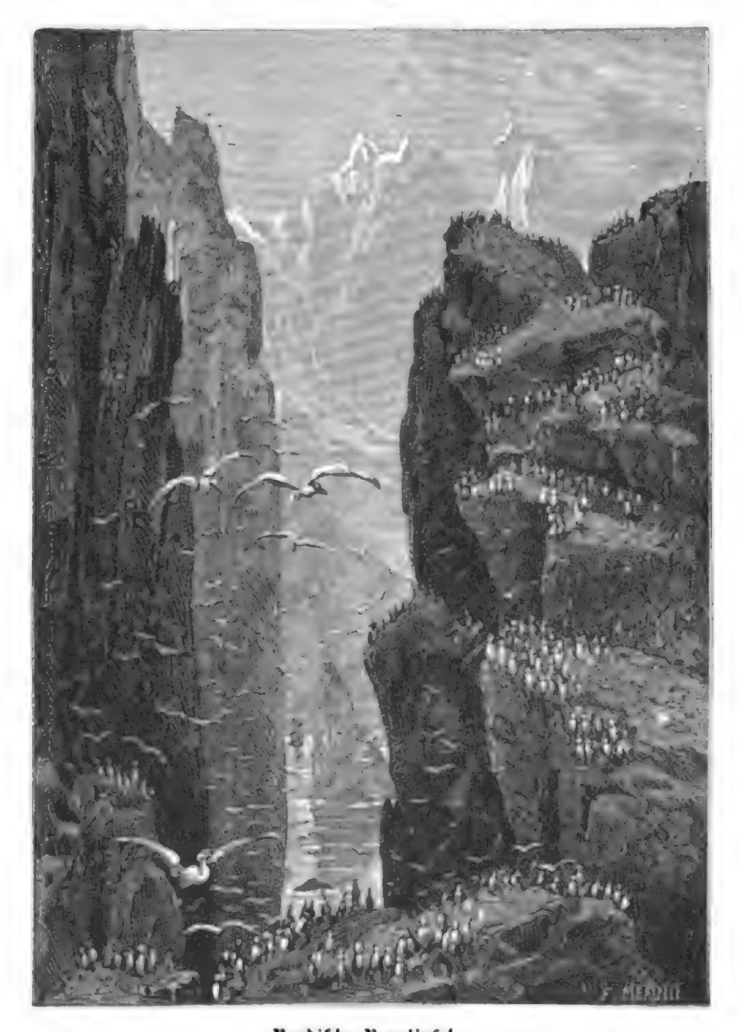
dicken Schneegestöbers erzeugt. Die Schmetterlinge wurden mit Rücksicht auf die drohende Raupengefahr mit allen Mitteln bekämpft. Man erbeutete zwei Millionen trächtiger Weibchen und drei Centner Eier, das letztere entspricht etwa 150 Millionen Stück. Trotzdem brach der Raupenfluch los, da die Schmetterlinge ihre Eier auch an die Wurzeln und die Wipfel gelegt hatten, wo man der Theorie nach sich des Suchens überhoben geglaubt hatte. Vom Juni bis Mitte Juli hatten die Raupen 800 Morgen Fichten leer geplündert. Im nächsten Sommer fielen 10000 Morgen Nadelholzbestand. Die jungen Fichtenwipfel krümmten sich unter der Raupenlast, der Raupenkot rieselte ununterbrochen als starker Regen nieder, der den Boden stellenweise sechs Zoll hoch bedeckte. Man erinnere sich, daß 10000 Morgen allein auf 3000 Millionen Einzelraupen schließen lassen! Die Ziffer der Morgen ist aber in der Folge, allerdings unter Mithilfe dann der Borkenkäfer, noch überschritten worden, so daß schließlich fast 33000 Morgen tot lagen, das meiste durch die Nonne. Entsprechend zu Millionen und Milliarden stürzen sich, Tod und Verderben drohend, die Heuschrecken auf die Pflanzenhülle ganzer Länder, flattern die Wandertauben Nordamerikas dahin, deren Schwarm, bei 80 km Geschwindigkeit in der Stunde, drei Tage lang vorüberzieht, durchschwirren die Mücken- und Fliegenschwärme die Sümpfe Floridas. Unter den Säugern geben die Millionen wandernder Lemminge (einer Wühlmaus Skandinaviens) und schwärmender Springböcke (Antilopen Südafrikas) die nötige Parallele. Je tiefer man zu den Wirbellosen des Oceans hinabsteigt, desto mehr erlahmen alle Ziffernvorstellungen. Piazzi Smith durchschnitt im Juli 1856 nördlich von den Kanarischen Inseln zu Schiff einen Medusenschwarm von 60 km Breite; er zählt auf die Oberflächenschicht 225 Millionen Individuen. Seesäugetiere verzehrten ungeheuerliche Massen dieser Medusen. Jede Meduse aber barg in ihrem Magen gewiß 100000 und mehr mikroskopischer Kiesel-Diatomeen: man denke sich, wie viel der letzteren das Meer in der betreffenden Gegend wohl beherbergt haben muß; „aqua viva“, lebendes Wasser, sagt der Peruaner! Von der Masse der Polythalamienschalen (Gehäuse einzelliger Urwesen) in einer Unze neapolitanischen Sandes ist oben schon geredet. Die versteinerten Schalen der ähnlichen Radiolarien setzen ganze Inseln zusammen wie Barbados in den Antillen. Aus diesen untersten Gebieten lohnt es kaum noch der Beispiele. Es genügt, daß die Spaltpilze (Bacillen) schließlich gradezu „überall“ sind und eine Individuenzahl erzeugen, der gegenüber das menschliche Fassungsvermögen vollständig erlahmt. Man denke einfach an die mutmaßliche Menge der Cholerabacillen bei unseren letzten Epidemien, die ganze Erdteile verseuchten, die Wasser großer Flüsse wie die Elbe zu Gift machten und der Krone der irdischen Welt, dem Menschen, einen Vernichtungskampf androhten, dem er bei längerer Fortdauer mit all seinen Mitteln wahrscheinlich nicht gewachsen gewesen wäre.

Es hängt eng mit dieser großen Masse der Individuen zusammen, was wir über die fabelhafte Zeugungsfähigkeit vieler Organismen wissen. Wenn der unablässige Kampf ums Leben, die tausend Zufälligkeiten der Umgebung, die unaufhörlichen Wandlungen der anorganischen Unterlage (vergl. Bd. I, Schlußworte) nicht eine Menge von Individuen gar nicht aufkommen, vor allem nicht zu neuer Zeugung kommen ließen, so würde längst das „Ende der Welt", d. h. das Ende organischen Lebens mit Inbegriff unserer menschlichen, die „Welt" erfassenden Intelligenz, eingetreten sein rein durch die nicht mehr zu bannende und schließlich auch selbstmörderische Überproduktion der Frösche oder der Fische, oder auch, langsamer zwar, selbst die der einjährigen Pflanzen und der selten gebärenden Elefanten. Die alte Scherzgeschichte, die Wieland in den „Abderiten" so köstlich gestaltet hat: von dem Volk, das auswandern muß, weil es die Frösche heilig gesprochen und sich damit der Erzeugung von Milliarden in nächster Nähe ausgesetzt hat, enthält eine tiefe Wahrheit. Wenn, sagt schon der alte Linné, eine einjährige Pflanze nur zwei fruchtbare Samen erzeugte und jeder sicher im nächsten Jahre wieder zwei neue Pflanzen schüfe u. s. w., so hätten wir in 20 Jahren schon eine Million solcher Pflanzen. Nimmt man, sagt Darwin, den Elefanten als das sich am langsamsten vermehrende Tier, das erst mit 30 Jahren zur Kindererzeugung kommt und bis zum 90. Jahre sechs Junge zeugt, und giebt man ihm unter diesen Verhältnissen die absolute Garantie, so sähen wir in 750 Jahren schon 19 Millionen Elefanten über die Erde wandeln. Aber was ist das gegen die Produktionskraft anderer Organismen! Das Bilsenkraut, eine abscheuliche Giftpflanze, entwickelt jährlich 10000 Samen. Sollen die alle dauern und sich entsprechend weiter vermehren, so hätten wir in fünf Jahren 10000 Billionen Bilsenkrautstöcke, grade ausreichend, um die 136 Billionen Quadratmeter Festland der Erde in dichtestem Gewirre zu überdecken. Der Gartenmohn gäbe in der sechsten Generation 64 Trillionen Pflanzen und müßte wohl schon nach dem Mond auswandern. Eine mikroskopische Stückelalge (Gallionella ferruginea), die sich durch einfache Teilung fortpflanzt, zerspaltet sich binnen 48 Stunden in acht Millionen Individuen, in vier Tagen in 140 Billionen. Das giebt, da diese Algen Kieselschalen haben, zwei Kubikfuß Kieselerde. Noch ein paar Tage, und die Stückelalge hätte einen Klumpen geschaffen, so groß wie die ganze Erdkugel selber. Wir haben oben schon gesehen, wie in Wirklichkeit die Heringe wahre Inseln im Meere bilden können; wenn aber der große Stör alle seine Eier, deren er zwei bis drei Millionen legt, zur Vollendung brächte, dann wüchsen die Fische allerorten wie Türme aus dem Wasser und brächten alles zum Untergang. Und wenn wir anfingen, aus frommer Rücksicht wie die alten Abderiten allen Froscheiern zur Entwickelung zu verhelfen, so dürften wir ein betrübtes Ende unserer Kultur dadurch gewärtigen, daß sich schon in kurzer Frist eine

kompakte Schicht von Fröschen um die ganze Erde herumlegte. Die Vermehrungsfähigkeit selbst einzelner Säugetiere, wie der Mäuse, der Kaninchen ist längst bei uns sprichwörtlich. Was die Kaninchen leisten, wenn man ihnen unverhofft günstige Existenzbedingungen schafft, haben die Kolonisten in Neu-Holland und Neu-Seeland zu ihrem Schrecken gesehen; obwohl die Kaninchen erst seit Ende vorigen Jahrhunderts überhaupt nach Australien übergeführt sind, kämpft heute der Weidenbesitzer bereits einen wahren Todeskampf mit vielen Millionen, — für Neu-Seeland allein ergab eine Statistik vor drei Jahren über 20 Millionen Köpfe!

Bei solcher Individuenfülle ist es kein Wunder, daß die Biosphäre nicht bloß hier und da die Erdoberfläche belebt, sondern über weite Gebiete hin gradezu Herrscher über sie wird, ihren Charakter bestimmt und umgestaltend auf sie einwirkt. Für die Pflanzenwelt ist es jedem geläufig, wie sie die Landschaft „macht". Wer an die Küste der Ostsee bei Rügen oder in Dänemark denkt, empfindet das Smaragdlicht der Buchenwälder. Die norddeutsche Tiefebene charakterisiert fast nur die Kiefer mit ihren endlosen Strecken schmaler, rötlicher Stämme. Ungeheure Strecken Europas färbt der schöne Purpur der Erika-Blüten. Die Küste Englands ist unvergeßlich durch ihren goldfarbigen Ginsterflor. Die Kirgisensteppe taucht die wärmere Jahreszeit in ein Meer brennender Farben von wild wachsenden Tulpen. Viele Millionen Quadratmeter des Oceans erscheinen bisweilen scharlachrot durch die Anhäufung einzelliger Algen, deren 40000 auf ein Quadratmillimeter gehen. Über 10 Breitengrade und 45 Längengrade erstreckt sich mitten im Weltmeer die nordatlantische Krautsee, — grüne, schaukelnde Wiesen von Seetang. Dem Taucher in seiner Glocke erscheint unten in der Tiefe des Wassers selbst eine Vegetationslandschaft: der Karmin der Florideen, deren ungewöhnliche rote Farbentfaltung nur ihr Seitenstück findet in der Herrlichkeit einer Herbstlandschaft im Laubwald der gemäßigten Zone. Vollends die feuchten Regionen der Tropenländer verschwinden unter einer schier erdrückenden Last üppigsten Pflanzenlebens, in dem allein schon die charakteristische Form der Palmenarten, der Bambuse, der Cykadeen, der Farnbäume, der gigantischen Wolfsmilchgewächse und anderer fest umrissene Landschaftsbilder schafft, von denen der bestimmte Fleck der Erde sogleich unverkennbar abgelesen werden kann. Aber auch das Tierreich erzeugt große Bilder. Der Blumenpracht der Steppe, dem unerschöpflichen Formenreichtum des Urwaldes entspricht nahe unter dem blauen Spiegel der warmen Meere der in allen Spektralfarben schillernde Teppich geselliger, an ihrer Unterlage haftender Korallentiere. Wenn die Nacht über den Spiegel des Oceans sinkt, erhellt sich die Wellenfläche plötzlich durch eine geheimnisvolle, der Erde selbst angehörige Lichtentfaltung, das sogenannte „Meerleuchten", das seine Pracht den funkelnden Körpern ungezählter, zum Teil winzig kleiner Tiere der verschiedensten

Stämme und Klassen verdankt. Dem Besucher der Vogelinseln des Nordens oder der Pinguin-Brutstätten der Südsee bleibt unvergeßlich das Bild nackter Felseilande mit spärlichster Vegetation, die aber statt der Büsche



Nordische Vogelinsel.

und Bäume buchstäblich überzogen sind mit einer dichtgedrängten Masse schnatternder, weißbrüstiger Tauchvögel, deren Unrat sich als Guano zu Bergen anhäuft, und deren ungeheurer Lärm „gleich dem Geschrei von Millionen von Eseln" weithin über den Ocean gellt. Das Bild der mensch-

lichen Großstadt, das auch durchaus in diese Linie fällt, steht uns allen vor Augen, und das menschenwimmelnde Auswandererschiff etwa inmitten der Einöde des Atlantischen Oceans ist gewiß eine ebenso eindringliche Offenbarung wie die meilenweite grüne Tangwiese.

Aber nicht nur in breiten Panoramen überdeckt, sondern auch umgewandelt im weitesten Maße wird die tote Erdrinde durch das organische Leben. Schon die winzige Flechte führt einen unablässigen Kampf gegen die glatte Oberfläche des Felsens, an dem sie haftet, sie nagt daran und ätzt daran, bis er bröckelig und rissig wird und der Erosion durch die Atmosphäre verfällt. Der große Baum des Waldes mischt wie ein gewaltiger Wirbel die ganzen Stoffe seiner Umgebung unausgesetzt durcheinander. Kieselsäure, Kalkerde, Eisen und andere pumpt er aus der Erde, die seine saugende Wurzel durchdringt, hoch hinauf bis in die obersten Stengel und Blätter seiner Krone, und umgekehrt führt er Kohlenstoff und Stickstoff aus der Luft, in der seine grünen Zellen atmen, tief hinab in den Erdgrund. Seit unberechenbaren Zeiträumen arbeiten, immerzu ihre Kalkgerüste aufeinander bauend, Milliarden und aber Milliarden kleiner Korallentiere in der Südsee dem völligen Versinken des Landes in die Abgrundtiefe des Oceans entgegen mit einem Erfolg, der fast unglaublich klingt. Die letzte Studie des greisen Darwin beschäftigte sich noch mit der ganz außerordentlich großen Rolle, die ein so unscheinbares Geschlecht wie unsere erdbewohnenden Regenwürmer als Gestalter der Erdoberfläche spielen, — indem sie die Erde beim Höhlen ihrer Gänge verschlucken und in Gestalt kleiner Kotkrümel an die Oberfläche bringen, schaffen sie nicht nur die für unsere Kultur so wichtige Ackererde, sondern sie arbeiten auch die Schichten durcheinander und begraben unausgesetzt die an der Oberfläche sich ablagernden festen Körper, Steine u. s. w.; 2½ Zoll Erde fand Darwin im Laufe von 10 Jahren auf diese Art emporgeschafft, was natürlich, da der unterwühlte Boden im ganzen nach unten nachsinkt, keine absolute Terrainerhöhung bedeutet, wohl aber eine relative besagt hinsichtlich der feinen Erde und der groben Auflagen und erklärt, warum die Mosaikböden und Häuserfundamente, die etwa die römische Kaiserzeit in unseren Landen zurückgelassen, heute tief unter einer fruchtbaren, wald- oder grasbewachsenen Humusschicht liegen. Schließlich sind alle diese Angriffe der Biosphäre auf die Erdkruste und die Atmosphäre aber nur winzige Kleinarbeit gegen die großen und groben Wirkungen, die von der Spitze des Säugetierstammes, dem Kulturmenschen, in immer steigendem Maße ausgehen. Im Laufe einer Generation sehen wir uralte Landbrücken der Erdteile, die aufs strengste die Tierwelt zweier Meere gesondert hielten, wie die Enge von Suez, durchstochen, ein Gebirgsmassiv von den Dimensionen des Gotthard durchbohrt, weite Wasserflächen wie den Fuciner See und das Harlemer Meer trocken gelegt, — wir sehen Quellen gebohrt in der Wüste und Rebenkulturen angepflanzt auf

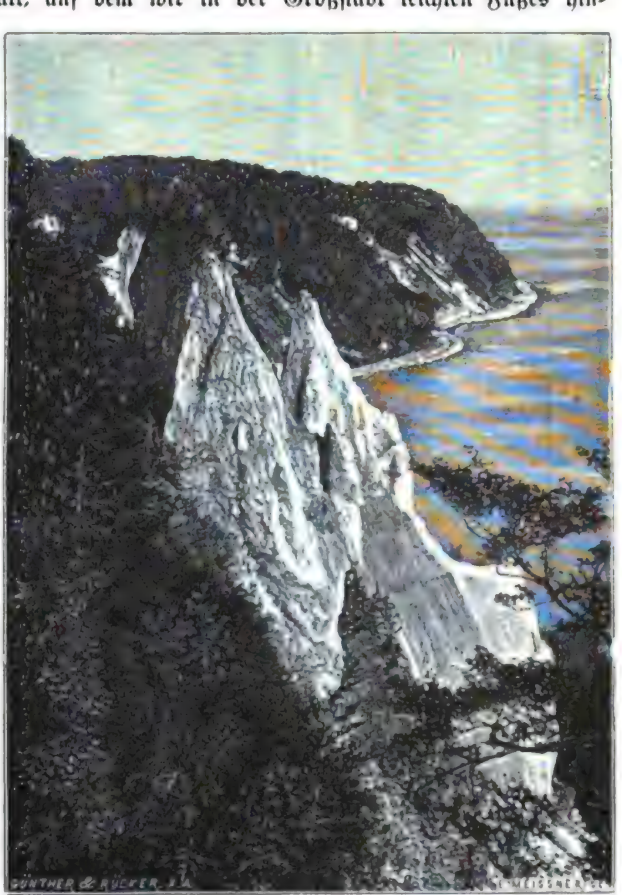
der Asche und harten Lava am Abhang der Vulkane selbst. Quer durch die Abgründe des Oceans spannt sich eine riesige elektrische Verbindung, das transatlantische Kabel. Die höchsten Trachytkuppen eines Gebirges wie das Siebengebirge am Rhein werden abgetragen, um aus dem Material eine Stätte menschlicher Erbauung, den Kölner Dom, zu errichten. Nachsichtslos wird innerhalb der Biosphäre selbst ein Vernichtungskampf geführt gegen alle dem Menschen schädlichen Organismen vom Spaltpilz der Luft bis zum Tiger des indischen Dschungels, während auf der anderen Seite einzelnen Lebewesen eine ungeheure Verbreitung geschaffen wird auf Grund von Eigenschaften, die, wie z. B. die heilsame Rolle dem Fieber gegenüber beim australischen Eukalyptus und der Cinchona(China)-Pflanze oder die zufällige Geschmacksnuance der Auster, ursprünglich bloß eine ganz belanglose Begleiterscheinung dieser Organismen in ihrem natürlichen Daseinskampfe darstellten. Indirekt werfen dann diese bewußten Wandlungen wieder ihren Schatten weit über das dem Menschen wirklich schon unterthane Gebiet hinaus, — zum Teil nicht in einer für diesen selbst erwünschten Weise. Mit dem Verwandeln des Waldlandes in Ackerland verschieben sich allenthalben die Temperaturverhältnisse, die Gegensätze von Kälte und Wärme in den Jahreszeiten werden verschärft, der Abfluß der Regenwasser wird ein anderer, und es mehren sich die Gefahren verheerender Überschwemmung, denen allerdings wieder der vervollkommnete Stand vorausschauender Stromregulierung entgegenzuarbeiten berufen ist. Falls aber die schaffende Menschheit noch Jahrmillionen vor sich hat, — eine Voraussetzung, der nichts im Wege steht, — so wird dereinst alles, was sie bisher im Bilde der Erde gewirkt, nur ein Kinderspiel und dieser ganze Erdball, um mit Elisée Reclus zu sprechen: „eine Heimat des Menschen nach seinem Ebenbilde," ein durch und durch „vermenschlichtes" Land sein. Dieser Sieg des Menschen ist aber nichts anderes, als der Sieg der Biosphäre, des Lebens überhaupt.

Das sind in losester Aufreihung ein paar Umrisse zu dem Worte „Leben", — gleichsam einige möglichst voneinander entfernte Punkte der riesigen Peripherie des Begriffs, die eine Ahnung von der Größe des Kreises und der Schwierigkeit, in sein Centrum vorzudringen, wecken mögen. Noch aber mangelt eine ganze Seite, und zwar eigentlich die wertvollste.

Tier- und Pflanzenformen, darüber kann durchaus kein Zweifel walten, beleben die Erde seit ungeheuren Zeiträumen, — die Biosphäre hat eine Vergangenheit über Jahrmillionen weg.

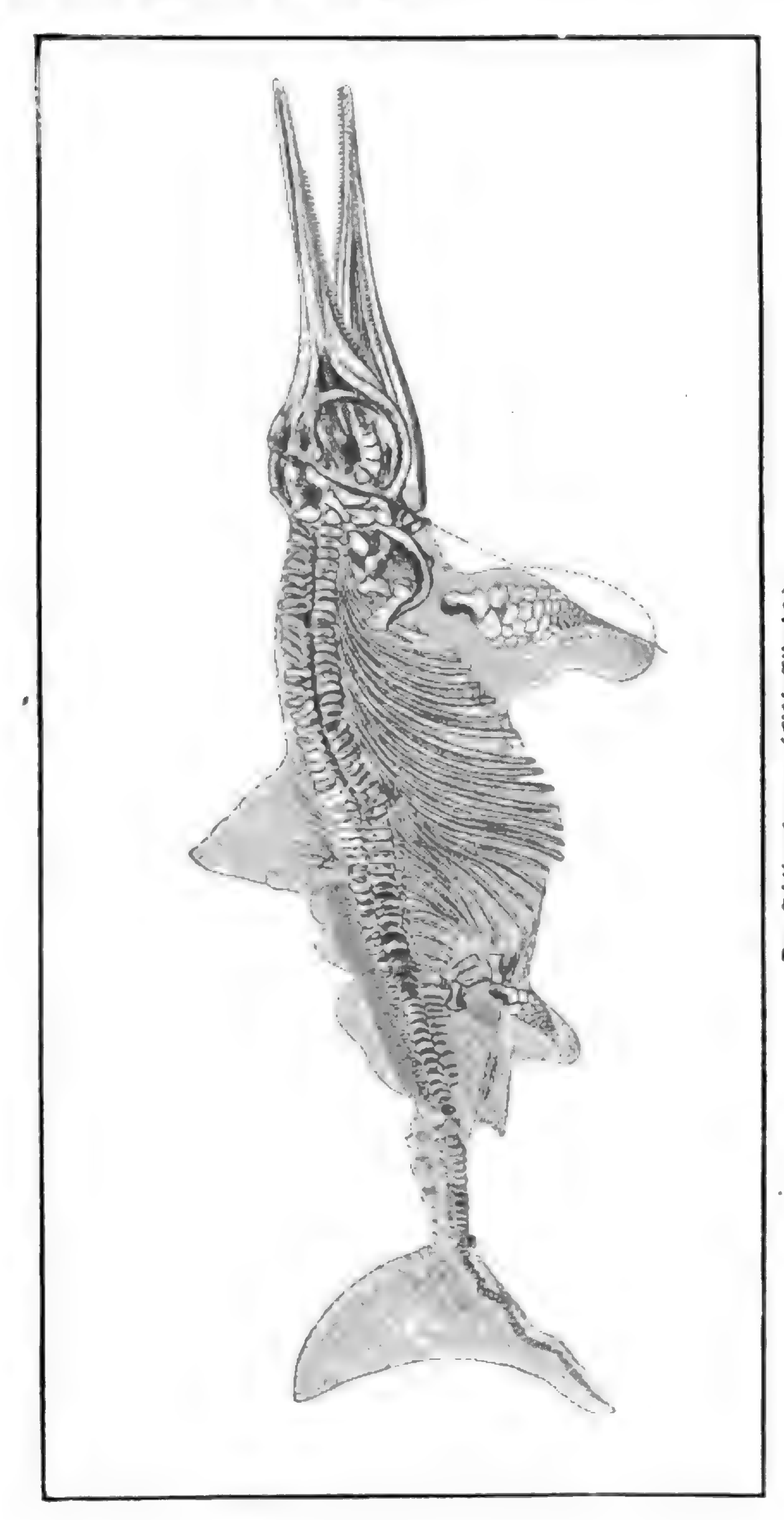
Ein großer Teil der harten Erdkruste, auf der wir wandeln, besteht gradezu aus den unzerstörbaren Resten solchen alten Lebens. Viele der

wichtigsten Materialien zur Ermöglichung unserer Kultur danken wir solchen Resten. Die Steinkohle, die unsere Lokomotive heizt, ist das geschwärzte und mineralisch verwandelte Produkt der grünen Urwälder einer entlegenen Epoche der Erdentwickelung. Das Petroleum, das in unserer Studierlampe brennt, der Asphalt, auf dem wir in der Großstadt leichten Fußes hinschreiten, sie verdanken ihre Herkunft den Zersetzungsprozessen massenhaft angehäufter Tierleichen alter Meere. Die Kreide, mit der unsere Schüler ihre mathematischen Figuren auf die Schiefertafel zeichnen, erweist sich unter dem Mikroskop als ein Konglomerat winziger Schalen von einzelligen Urwesen, besonders Foraminiferen, und ein ähnliches organisches Konglomerat (aus Foraminiferenresten von der Familie der Miliolideen) hat den Baustein für einen großen Teil von Paris geliefert, während der Stein der Wiener Bauten, der Leithakalk, sich aus den Resten von Kalkalgen (also Pflanzen) zusammensetzt. Der Feuerstein, so lange ein unschätzbarer Helfer der Kultur, der erst jetzt entthront ist, ist zusammengebacken aus den formlosen Kieseltrümmern urweltlicher Radiolarien, Diatomeen und Nadeln von Kieselschwämmen. Der Bernstein als goldig durchschimmernde Kette am



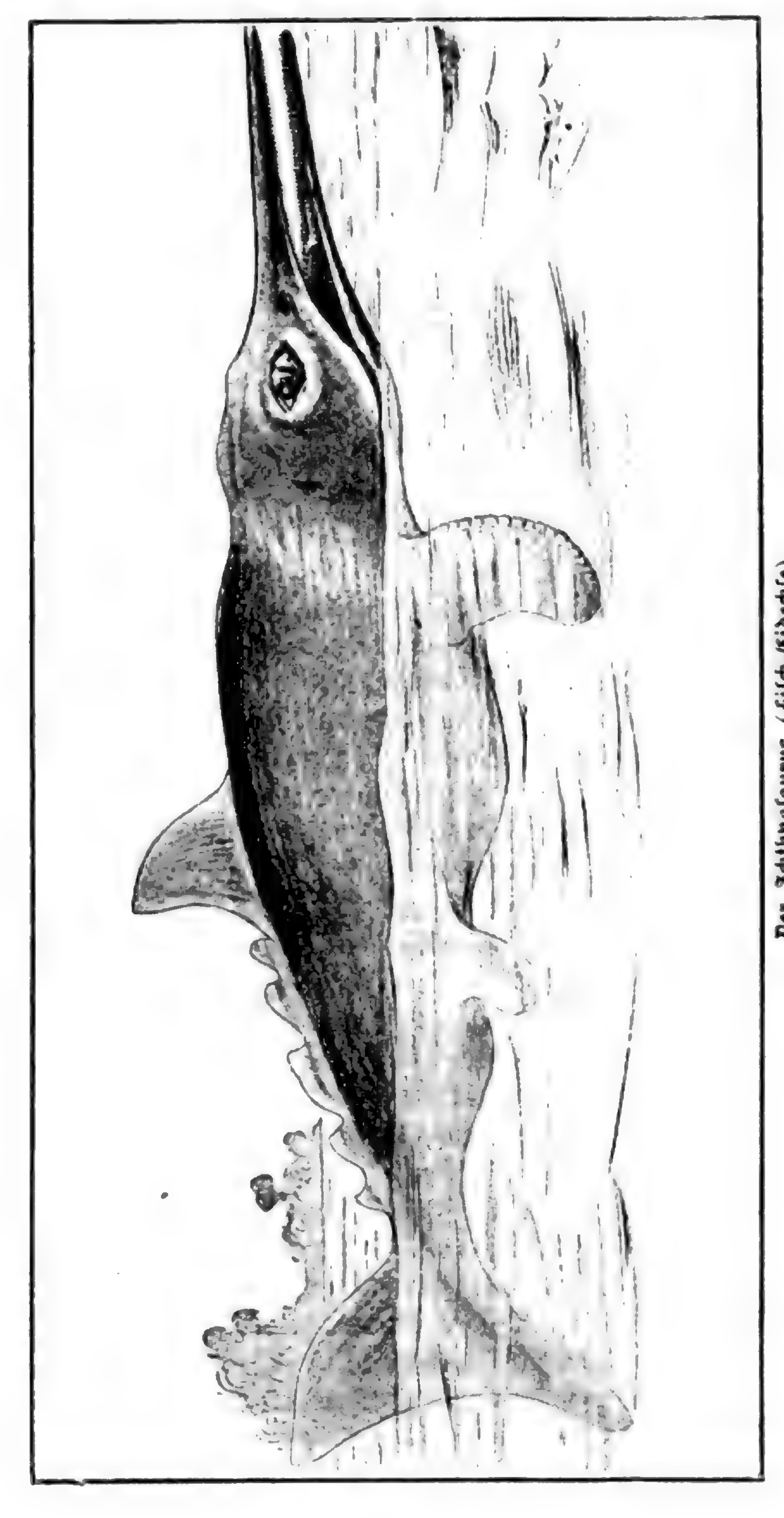
Kreide-Felsen auf der Insel Rügen.

Halse unserer schönen Mädchen ist nichts anderes, als die erhärtete Harzthräne einer Fichtenart der Vorzeit.



Der Ichthyosaurus (Fisch-Eidechse).
Das beste bisher entdeckte Exemplar (Ichthyosaurus quadriscissus Quenst.), bei dem die Umrisse der Flossen sogar noch sichtbar sind.
(Nach E. Fraas.)

Aber wenn hier überall erst die chemische oder wenigstens die mikroskopische Untersuchung die organische Herkunft lehrt, so liegen daneben in



Der Ichthyosaurus (Fisch-Eidechse).
Nach dem gegenüberstehenden Skelett rekonstruiert.
(Nach E. Fraas.)

zahllosen Massen versteinerte Reste selbst, die noch die Umrisse des Tieres, der Pflanze einer längst verklungenen Vergangenheit leibhaftig offenbaren. Im Kohlenbergwerk ragt hier und da noch der gekerbte Sigillarienstamm (vergl. das Bild Bd. I, S. 28) aufrecht über dem Wurzelwerk wie im echten Urwalde seiner Zeit, und auf der schwarzen Platte deutet sich bisweilen wie eine märchenhafte blasse Malerei der Vorwelt selber das zart gefiederte Laub eines Farnwedels derselben Tage an. Wer die schönen Kreidefelsen Rügens umklettert, deren leuchtendes Weiß vom lichtgrünen Buchensaum so kühn abfällt zur tiefblauen Meereswelle, der findet zu Tausenden, von der Brandung und den Regenwässern losgenagt, die zierlichen, fünfstrahlig gezeichneten Kugeln versteinerter Seeigel und die harten Röhren der sogenannten Donnerkeile, die aber mit dem Donner nichts zu schaffen haben, sondern Reste von Tintenfischen aus dem warmen Ocean der Kreideformation sind, von denen die bizarre Gestalt des Weichtieres selbst schon vor vielen Jahrmillionen weggefault ist. Im Schwabenlande blüht ein schwunghafter Handel, bei dem pfiffiger Geschäftssinn den Reichtum einer uralten Erdepoche (der Jurazeit) an riesigen Fischeidechsen, Ichthyosauriern, ausbeutet: alljährlich kommen beim Abbau des Schiefers gegen 200 versteinte Skelette dieser Ungetüme zu Tage, ohne daß der Schatz ein Ende nehmen will. Nahe jenen wunderreichen Gegenden Nordamerikas, die wir im ersten Bande schon öfter besucht, wo die Geiser des Yellowstone-Parks dampfen und die Flüsse sich in tiefen „Cañons“ durch das Plateau hindurchnagen, — liegen ähnlich die scheußlichen Saurier der Kreidezeit und die ungeschlachtesten Säuger der Tertiärperiode in ungeheuren Kirchhöfen zahllos beisammen, so daß die ersten wissenschaftlichen Eroberer des Terrains sie zu vielen Wagenladungen einfach von der losgebröckelten Oberflächenschicht abzulesen brauchten, um das herrlichste paläontologische Museum der Welt zu füllen. Im Buntsandstein von Heßberg bei Hildburghausen bricht man Platten, auf denen die grotesken Fußstapfen eines großen Tieres, über dessen Gattung noch keine Klarheit herrscht, sich zu einer Zeit massenhaft abgeprägt haben, als der jetzt so harte Stein noch der weiche Boden eines zeitweise vom Wasser bedeckten Salzsumpfes war; geheimnisvoller noch als sonst erscheint hier das organische Leben entlegener Zeit in schattenhafter Spur, gleich jenen märchenhaften Gespenstern der Spiritisten, die nur Fußstapfen im Sande hinterlassen, aber selbst nicht gesehen werden können.

Die auffälligste Thatsache bei all diesen Zeugnissen einer enormen Vergangenheit der Biosphäre ist aber keineswegs das Alter an sich. Es ist die zum Teil äußerst auffällige *Verschiedenheit so vieler alter Tier- und Pflanzenformen von den heute lebenden.* Das Sterben des Individuums bedeutet, wie wir selbst aus unserer nächsten menschlichen Verwandtschaft wissen, nicht ohne weiteres das Aussterben der Art. Die

Fortpflanzung als Ausgangspunkt eines Wachstums, das über das individuelle Dasein sieghaft hinausreicht, ermöglicht ein Fortleben derselben Form über unbegrenzte Zeiten hinaus, und wir haben oben an den Gattungen Lingula und Ceratodus gesehen, wie der ungeheuerliche Zeitraum von der Triasperiode oder gar der urgrauen kambrischen bis auf diesen Tag wirklich für sie eine belanglose Sache bleiben kann. Aber wo sind daneben jene Ichthyosaurier des schwäbischen Juraschiefers hingekommen? Wo sind jene hausgroßen Landreptile der amerikanischen Kreide, — wo das „Handtier“ von Hildburghausen, das seine Spuren so aufdringlich eingezeichnet? Wir müssen uns mit dem Gedanken vertraut machen, daß es gelegentlich doch auch ein Sterben der Arten und Gattungen, ein Erlöschen gewisser Stufen der Biosphäre gegeben hat.

Aber dahinter dämmern sogleich neue Fragen. Es scheint, wenn man die Funde der alten Epochen mustert, nicht nur unwiderleglich, daß damals viele heute gänzlich verschwundene Organismen gelebt haben, sondern auch, daß die Mehrzahl der heute existierenden zu bestimmten Zeiten noch nicht vorhanden waren. Den Beweis dafür sehr exakt zu führen, ist allerdings nicht leicht, da wir immer nur von einem kleinen Bruchteil der zu irgend einer jener alten Epochen lebenden Organismen überhaupt Reste erhalten haben. Unzählige sind verwest, ohne feste Reste zu lassen, bei unzähligen sind diese Reste später durch Verwitterung des Gesteins oder sonstige Ursachen zerstört worden, oder sie liegen heute an Orten, die uns vorerst völlig unzugänglich sind, wie in den Polarlanden oder unter dem Boden der Meeresbecken. Trotzdem ist für eine Reihe vor allem der großen, auffälligeren Formen aus späterer Zeit der Nachweis ihres Fehlens in früherer ziemlich sicher erbracht worden. Es kann nicht auf einem Zufall beruhen, daß die Meeresniederschläge der Jurazeit, wo immer sie erschlossen werden an irgend einem Orte der Erde, zahlreiche meerbewohnende Reptilien aufweisen, dagegen keine Spur der heute so allverbreiteten Seesäugetiere wie Robben, Delphine und Wale. Es ist ebenso evident, daß in den uralten Sedimenten der Silur- und Devonformation oder in der Steinkohle wiederum jene Reptile (Ichthyosaurier u. a.) noch nicht vorkommen. Dieser Beispiele giebt es bereits eine große Menge, und ihre Beweiskraft kann nicht mehr gut angefochten werden, selbst wenn man die Skepsis aufs äußerste treibt. Hand in Hand mit diesem Schwinden und Neuauftreten vieler Tier- und Pflanzengruppen gehen Zeugnisse für eine vollständig von der heutigen verschiedene geographische Verbreitung der Organismen auf der Erde. Nicht bloß daß vom Wasser abgesetzte Sedimentgesteine mit Tier- und Pflanzenresten gegenwärtig überall auf dem Festland liegen: riffbauende Korallen, die heute durchaus nur die warmen Oceane in der Äquatornähe bewohnen, haben ihre riesigen Kalkbauten hoch im Norden gegen den Pol zu hinterlassen, so daß starke klimatische Wandlungen oder

ganz veränderte Lebensart in früherer Zeit zu vermuten sind. Zu einer Epoche ist bei uns in Deutschland die Tierwelt vom heutigen Polarkreis und aus der sibirischen Steppe heimisch gewesen. In der Jurazeit lebten in Frankreich Beuteltiere, eine seltsame niedrige Säugerordnung, die heute nur in Australien und (in ein paar versprengten Posten) Amerika vorkommt.

Alles in allem ist jedenfalls evident, daß die Biosphäre so wenig wie die starre Erdrinde ihr Antlitz in jener weiten Vergangenheit, über die sie sich offenbar erstreckt, stets gleichmäßig bewahrt hat. Nun hat uns aber auf unserer ganzen bisherigen Wanderung durch die entlegensten Welten des Kosmos, vom Nebelfleck bis zum erkalteten Planeten herab, ein Wort die besten Dienste gethan: das Wort „Entwickelung". Wir dürfen es in weitester Fassung zunächst jedenfalls auch anwenden jetzt auf das organische Leben der Erde. Auch in seinen Wandlungen seit Urzeiten bis zur Gegenwart herauf dürfen wir wenigstens einstweilen voraussetzen eine langsame Entwickelung vom Moment ab, da uns sicher gegeben ist, daß das organische Leben wirklich über Jahrmillionen zurückreicht und innerhalb dieser Zeit nicht immer gleichartig gewesen ist. Freilich ist mit dieser grundlegenden Vermutung an sich noch gar nichts ausgesagt über die Art und die Ursachen dieser Entwickelung. Diese sollen wir erst finden, und dazu bedürfen wir einer neuen, weiten Wanderung tief ins Detail hinein, — allerdings in ein Detail von Dingen, die zu den anziehendsten des gesamten Kosmos gehören. Sollen wir ja doch in ihnen sogar die Ansatzstelle finden für jenen wundersamsten Zweig am großen Weltenbaum: für uns, die Menschen selbst.

Der Ursprung des Lebens auf der Erde.

Das organische Leben auf der Erde hat eine Geschichte hinter sich, und zwar eine Geschichte in dem Sinne, daß es wirklichem Wechsel, wirklichen Umwandlungen unterlegen ist im Laufe großer Zeiträume. Mit einem Wort, es hat eine Entwickelung in sich durchgemacht. So viel haben wir oben als Ausgangspunkt gewonnen. Aber indem wir dem Wort „Entwickelung" ein neues Feld geben durften, haben wir eine Frage vorläufig ganz außer acht gelassen. Und doch ist sie verzweifelt wichtig. Es ist nämlich die, ob wir einen Anhalt dafür haben, diese organische Entwickelung unmittelbar anzugliedern an jene große kosmische Entwickelungskette, die wir vom Nebelfleck zum Planeten verfolgen konnten. Noch ist in unserer ganzen Betrachtung nichts derart sichtbar geworden.

Das Leben, so sahen wir, besteht auf der Erde seit altersgrauer Zeit. Jene oben erwähnten niedlichen Seeigel von Rügen, die wie ein Kinder-

spielzeug aussehen, liegen in Gestein aus der Kreidezeit. Das ist schon sehr lange her. Die Ichthyosaurier Schwabens sind noch älter: da ist Jurazeit. Dann kommen die sogenannte Trias- und die Permformation, beide jünger als die Steinkohlenzeit, die direkt ihren Namen von verkohlten Pflanzenresten hat, also sogar noch ein üppiges organisches Leben verrät. Unter der Steinkohle liegt dem gangbaren geologischen Schema nach das sogenannte devonische System; wer einmal eine Vergnügungsfahrt in die Eifel gemacht hat, der weiß, daß der devonische Kalk dort gestopft voll steckt von Seelilien, schalentragenden Brachiopoden und Korallen, so daß auch da noch kein Mangel sichtbar ist. Älter als der Devon ist der Silur, von dem man mit Recht behauptet, daß er an Fülle des niederen Meereslebens überhaupt von keiner der späteren Epochen wieder erreicht worden sei; eine Gruppe wie die Krebstiere glänzt mit Kolossen, wie sie ihr nie wieder geglückt sind. Dann kommt noch die cambrische Formation mit allerhand Seltsamkeiten — und nun ist die Pforte zu. Der Geolog belehrt uns aber, daß für die ungeheure Schicht der im Alter voraufgehenden sogenannten krystallinischen Schiefer das Fehlen der deutlich erkennbaren organischen Reste ziemlich sicher nicht an einem wirklichen Abbrechen der organischen Entwickelung jenseits des Cambriums liege, sondern durch die eigentümlichen Veränderungen verschuldet sei, die diese Schichten in der Folge betroffen haben; gewisse Lager allerdings formloser, aber sehr wahrscheinlich organischer Substanz (Anthracit, Graphit, Bitumen, vor allem Kalk) scheinen sogar mit einiger Sicherheit auf die Existenz einer Biosphäre noch zur Zeit, als diese Schiefer sich bildeten, hinzuweisen — beiläufig einer enorm langen Zeit, wahrscheinlich so lang oder gar länger als die gesamte folgende von der unteren Grenze der cambrischen Formation bis auf den heutigen Tag. Was aber nun weiter?

Mit den krystallinischen Schiefern der untersten Lagen gerät man bereits auf ein eigentümliches Gebiet. Die Forscher, die die Struktur enträtseln sollen, fangen mit Liebhaberei hier schon an, mit „Hitze“ zu operieren. Da wird von Niederschlägen der ersten, noch stark erhitzten Meere auf die eben notdürftig zur Wasserbildung abgekühlte Erstarrungskruste des vor kurzem noch ganz heißflüssigen Planeten gesprochen, — ja es werden für den sogenannten Gneis gewichtige Stimmen laut, die in ihm direkt diese erste Erstarrungskruste selbst sehen wollen, worüber sich denn allerdings die Fachwissenschaft noch mehr oder minder in den Haaren liegt. So viel aber kann jedenfalls nicht geleugnet werden, daß sich an der untern Wende der krystallinischen Schiefer zwei Betrachtungsweisen kreuzen: die vorhin befolgte, die dem organischen Leben nachzugehen strebt, — und jene, man dürfte wohl sagen, astronomische, die uns gegen Schluß des ersten Bandes beschäftigt hat. Der letzteren ist die Erde ein ursprünglich glutflüssiger Körper, der sich erst zu einem gewissen Zeitpunkt mit einer

dunklen Erkaltungsrinde überzogen hat. Damit scheint zunächst eine Grenze unzweideutig bestimmt. Tierformen, wie wir sie zuletzt im Cambrium sehen, Krebse und Brachiopoden aus jener unverwüstlichen Gattung Lingula, können unmöglich schon als existierend gedacht werden in einem Glutocean, der, gleich dem der Sonne, die Metalle verflüssigt und verdampft. In solcher Temperatur hält überhaupt keine der uns bekannten organischen Formen aus. Und so scheint dort, beim glutflüssigen Urzustand und, wohl schon etwas höher, im kochenden Urmeer, eine untere Zeitgrenze der Biosphäre unzweideutig gegeben zu sein. Zwischen jenen Kalken und Graphiten der krystallinischen Schiefer etwa und der Siedehitze der gesamten Erdoberfläche scheint das Leben an irgend einem Punkt entstanden zu sein, falls die Entwickelungskette der Biosphäre sich wirklich bruchlos eingliedern sollte in die große kosmische Kette, der wir gefolgt sind.

Wie aber sollen wir uns solches Entstehen denken?

Die Frage verknüpft sich zunächst eng mit der wichtigen und viel besprochenen: ob heute noch organische Formen direkt aus anorganischem Stoff hervorgehen, — ob es eine sogenannte Urzeugung (generatio aequivoca) unter unsern Augen gegenwärtig noch giebt. Ist das der Fall, so hat das Problem für jene Urzeiten keine Schwierigkeit mehr, und es könnte sich höchstens noch darüber debattieren lassen, welche organischen Formen wohl den Anfang gemacht haben möchten.

Die Zeit liegt durchaus nicht fern, und die ungebildete Menge steht noch allenthalben mit beiden Beinen darin, da man in der unausgesetzten, alltäglichen Entstehung lebender Wesen sogar von sehr hoher Organisation aus anorganischem, totem Stoff durchaus nichts irgendwie Seltenes oder Seltsames sah. Aus dem Schmutz ungesäuberter Winkel bildet sich Ungeziefer — Läuse, Flöhe, selbst Frösche und Mäuse —, so lehrte jahrtausendelang das wissenschaftliche Dogma mit derselben Hartnäckigkeit wie der Volksaberglaube. „Man glaubte zwar," sagt Albert Lange, „im allgemeinen an die Unveränderlichkeit der Arten — ein Dogma, welches direkt aus der Arche Noah stammt; aber man nahm es auch mit der Entstehung neuer Wesen nicht eben genau, und namentlich die niederen Tiere ließ man in weitester Ausdehnung sich aus unorganischer Materie entwickeln. Beide Glaubensartikel haben sich bis heute erhalten: der eine mehr unter Professoren, der andere unter Bauern und Fuhrleuten. Die Wissenschaft ist auf diesem Gebiete später als auf andern dazu gekommen, die Glaubensartikel zu Hypothesen herabzusetzen und den breiten Strom der Meinungen durch einige Experimente und Beobachtungen zu widerlegen." Mit den Fröschen und Mäusen, auch den Flöhen und Läusen

begann die Kritik, sobald man im Zeitalter Newtons endlich wieder anfing, auch auf biologischem Gebiet selbst zu forschen, anstatt bloß den Aristoteles zu kommentieren, sehr energisch aufzuräumen. Der Satz, daß alles Lebendige aus einem Ei hervorgehe (omne vivum ex ovo), verallgemeinerte sogar sogleich die neue Auffassung bis ins Äußerste. Redi nahm eifrig den Fluch der Kirche auf sich, um der Welt darzuthun, daß die Maden im faulen Fleisch diesem Satz unterlägen und erst aus vorher abgelegten Insekteneiern sich entwickelten. Aber so leicht, wie die Sache im ersten Anlauf sich ausnahm, war sie denn doch nicht. Zuerst waren es die wenig appetitlichen Bandwürmer, die dem Verfechter jenes neuen Lehrsatzes eine harte Nuß zu knacken gaben. Die unglaublich verwickelten Wege, auf denen diese Schmarotzer in den Leib ihrer Wirte gelangen und die seltsamen Verwandelungen, die sie dort durchmachen, erschwerten derart den klaren Überblick, daß bis in die ersten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts sehr kompetente Zoologen für diese Tiere an einer Urzeugung — allerdings aus der organischen Masse des lebenden Wirtes heraus — festhielten. Heute kann keine Rede mehr davon sein, die Akten sind endgiltig geschlossen und die Eingeweidewürmer durchaus als korrekte Unterthanen des Satzes vom Ei, dem alles Lebende entspringen soll, erkannt. Aber lange, ehe die Bandwurmfrage zur Zufriedenheit erledigt war, hatte sich schon eine neue vor einer noch schwerer zu kontrollierenden Organismengruppe aufgethan. 1675 hatte Leeuwenhoek jene winzigen Spaltpilze entdeckt, die heute als „Bacillen“ zu unserem alltäglichsten Gesprächsstoff gehören. Lange Zeit machte man wenig Wesens aus diesen mikroskopisch kleinen, kugeligen oder stäbchenförmigen Geschöpfen, an denen sich weder irgend welche Detailorganisation unterscheiden ließ, noch auch überhaupt recht festzustellen war, ob sie zum Tierreich oder zum Pflanzenreich gehörten. Erst nach Mitte unseres Jahrhunderts, eigentlich erst in der Wende zu den sechziger Jahren, kamen diese winzigsten Lebewesen in den Vordergrund des allgemeinen Interesses, indem man in ihnen nicht nur — was im allgemeinen auch für uns ein heilsamer Prozeß ist — die thätigen Veranlasser der Fäulnis- und Gärungserscheinungen erkannte, sondern — in einigen Arten — die schlimmsten Feinde des Menschen, die unsere Erde überhaupt beherbergt. In ungeheuerlicher Weise sich vermehrend und ausbreitend, erzeugen grade sie unsere entsetzlichsten Krankheiten: Cholera, Lungenschwindsucht, Milzbrand u. a., vor deren menschenmordender Wirkung alles weit zurücktritt, was etwa Giftschlangen und reißende Tiere, ja selbst was verheerende Vulkanausbrüche, Erdbeben und Überschwemmungen je angerichtet haben. Unversehens, eine unsichtbare Wetterwolke, stürzen diese Kleinsten der Erde sich auf einen ganzen menschenbewohnten Erdteil und morden wie die Rasenden. Viele Generationen durch verfolgen sie dieselbe Familie, die eine unglückliche Disposition zu ihrer Aufnahme in der Lunge

entgegenbringt. Allgegenwärtig scheinbar wie die Luft selber, stellen sie sich in ungezählten Scharen bei jeder offenen Wunde ein, um alsbald dem einfachen Naturheilprozeß eine Schlacht zu liefern, bei der nur zu oft der Patient erliegt. Und erst den schärfsten Gewaltmitteln, die das Genie des Menschen entdeckt, beginnen sie in letzter Zeit — obschon noch kaum merkbar — etwas zu weichen: die Wissenschaft von der Antiseptik rettet die offenen Wunden vor ihnen, die Impfversuche von Koch und Pasteur erwecken, so unvollkommen sie auch noch sind, eine rege Hoffnung auf eine prophylaktische Methode, die dereinst einmal die Menschheit überhaupt „bacillenfest" machen könnte. Angesichts der Allgegenwart dieser winzigsten Wesen, vor allem bei den zuerst beobachteten Fäulnisprozessen, hat nun abermals die Frage nach einer Ausnahme von der Regel und einer wirklichen „Bacillen-Urzeugung" direkt aus totem (wennschon auch hier einst organisch gewesenem) Stoff viel Kopfzerbrechen gemacht. Und diesmal kann man nicht sagen, daß die Sache absolut erledigt sei, weder positiv noch negativ. Die Experimente, die man angestellt, die Kritik, die man daran angeknüpft, die ganze mit allen Formen der Erregung und Rechthaberei geführte Debatte, die sich darauf aufgebaut, sind aber von höchstem Interesse, und wir müssen jedenfalls einen Augenblick enger dabei verweilen.



Theodor Schwann.
Nach einer Photolithographie von Rud. Hoffmann 1857.

Die ersten systematischen Experimente zur Lösung der brennenden Frage, ob niedrigste Organismen von der Art der Bacillen (das allgemeine Wort lautete damals noch „Infusorien") direkt aus den Stoffen, an denen sie sich zeigten, durch Urzeugung entständen, oder ob sie als trockene, aber lebensfähige „Keime" durch die Luft erst hergeweht würden, hat Schwann, der eine der beiden großen Begründer der Zellentheorie (vergl. Bd. I S. 207), angestellt. Ich gebe im Folgenden seine Resultate im Wortlaut der Dar-

stellung von Karl Vogt („Bilder aus dem Tierleben“ von 1852), um ohne Unterbrechung sogleich die auch heute noch überaus wertvolle kritische Betrachtung, die Vogt daran anknüpft, folgen zu lassen. Vogt erzählt: „Schwann sagte ganz richtig: Wenn in der Infusion die Organismen neu entstehen, so müssen sie auch dann entstehen, wenn ihnen die drei physikalischen Bedingungen, Luft, Wasser, organischer Stoff, frei von allen Keimen geboten werden. Kann ich die unsichtbaren Keime, welche in einem dieser drei Ingredienzien sein können, töten, und es bilden sich dennoch, nach dieser Tötung, Infusions-Organismen, so bin ich sicher, daß die Organismen neu entstehen. Wenn nicht, so muß ich schließen, daß die Organismen aus Keimen durch direkte Fortpflanzung und Vermehrung sich entwickeln. Die Aufgabe der Versuche besteht also darin, in den drei Elementen des Versuches, im organischen Stoff, im Wasser und in der zutretenden Luft alle Keime abzutöten und die so behandelte Infusion in der Weise abzuschließen, daß keine neuen Keime Zutritt finden. Die Abtötung der Keime in der Flüssigkeit oder in dem organischen Stoffe war leicht. Man kochte Heu, welches sonst sehr viele Infusorien liefert, mit Wasser in einem Kolben so lange, daß nicht nur die ganze Flüssigkeit, sondern auch die Luft in dem Kolbenhalse auf den Siedepunkt erhitzt war. Einer solchen Behandlung widersteht kein organischer Keim. Schwieriger war die Erfüllung der zweiten Bedingung, auch den Zutritt neuer Keime in diese Flüssigkeit zu verhüten. Man wußte, daß in geschlossenen Kolben keine Infusorien entständen, man mußte also Luft zutreten lassen, diese aber auf irgend eine Art von den vielleicht darin schwebenden Keimen reinigen. Man erreichte dies dadurch, daß man die in den Kolben tretende Luft durch Schwefelsäure, Ätzkali oder eine glühende Röhre streichen ließ — alles Mittel, wodurch jeder organische Keim in der Luft vernichtet, diese selbst aber in ihrer Zusammensetzung nicht angegriffen wurde. Als Gegenversuch stellte man einen Teil der gekochten Flüssigkeit in einen Kolben, durch welchen man gewöhnliche Luft streichen ließ. In diesem Kolben waren mithin ebenso, wie in dem vorigen, die Keime in der Infusion getötet — nur die Luft wurde nicht von etwa darin suspendierten Keimen befreit. In denjenigen Kolben, durch welche mit Säure, Kali oder Hitze behandelte Luft strich, entstanden niemals Infusorien, in den Kolben des Gegenversuches jedesmal.“

„Auf den ersten Blick — setzt Karl Vogt hinzu — scheinen diese Versuche so schlagend, daß Zweifel daran nicht gestattet sein dürften, bei sorgfältiger Kritik darf man dieselben indessen nicht ganz ausschließen. Diese Zweifel beruhen namentlich auf dem Axiome, daß die Zusammensetzung der Luft durch die angewendeten Mittel, welche die organischen Keime darin töten sollen, nicht verändert werde. Die gröbere chemische Zusammensetzung der Luft, das Verhältnis zwischen dem Sauerstoff und Stickstoff, welche ihre Hauptmasse ausmachen, wird durch die angewendeten Mittel allerdings nicht

geändert. Aber die Atmosphäre enthält nicht bloß diese beiden Gasarten, es finden sich konstant in ihr eine gewisse Menge von Kohlensäure, von Wasserdampf, von Ammoniak, vielleicht noch viele andere Stoffe in verschwindend kleiner Menge. Diese werden durch die angewandten Mittel mehr oder minder zersetzt und absorbiert, die Kohlensäure von dem Ätzkali, das Ammoniak von der Schwefelsäure. Die Erhitzung der Luft muß einen besonderen Einfluß auf die Anordnung der Moleküle der Luft äußern. Wir wissen nicht, inwiefern etwa elektrische oder magnetische Spannungen durch diese Mittel in der Luft modifiziert werden. Bah! wird mir mancher sagen, du qualmst nur so etwas, weil dich der ewig unruhige Geist des Widerspruches plagt. Was können so kleine Mengen von Kohlensäure und Ammoniak thun? Sie können nicht in Betracht gezogen werden. Und gar elektrische oder magnetische Spannungen und Ströme, von denen niemand nichts weiß, wie das Lied sagt! Ich antworte darauf, daß uns die Bedingungen, unter welchen vielleicht organische Körper entstehen können, vor der Hand noch gänzlich unbekannt sind, und daß wir deshalb nicht vorsichtig genug sein können. Wir haben Fälle genug in der Chemie, wo es sich um scheinbar sehr geringfügige Umstände handelt, wenn eine Verbindung oder Zersetzung bewerkstelligt werden soll. Oft hängt dies von einem genau bestimmten Temperaturgrade ab, die Verbindung geschieht nur bei einem gewissen Wärmepunkte, ober- und unterhalb desselben nirgends, bei anderen Versuchen bedarf es des elektrischen Funkens oder des Durchganges eines Stromes, um die Verbindung oder Zersetzung eines Körpers zu bewerkstelligen. Die Erzeugung der organischen Form aber ist jedenfalls eine noch viel delikatere Operation, als alle bis jetzt erwähnten, und wenn es bei gewöhnlichen chemischen Prozessen schon oft großer Vorsicht und Innehaltung ganz besonderer Vorschriften bedarf, so ist dies bei solchen Untersuchungen noch mehr nötig. Es ist möglich, daß gerade die bestimmte Menge von Ammoniak, von Kohlensäure, daß eine gewisse Lagerung oder Spannung der Moleküle in der Atmosphäre nötig sind, um den Prozeß der Neubildung eines Organismus einzuleiten und durchzuführen. Die Bedingungen, unter denen die beiden Kolben stehen, sind demnach nicht vollkommen gleich, weshalb auch der Versuch nicht ganz beweisend erscheint."

Die Versuche Schwanns wurden in großartigstem Maßstabe fortgesetzt von Pasteur. In der Zwischenzeit hatte Pouchet noch einmal aufs entschiedenste behauptet, genau das Gegenteil der Schwann'schen Resultate erzielt zu haben. Er hatte Heu, das bis zu 200° C. und mehr erhitzt worden war, also von Rechts wegen wohl keine Lebenskeime mehr hätte enthalten sollen, in Wasser gebracht, das aller gewöhnlichen Luft beraubt und nur noch mit einem Gemisch von künstlich hergestelltem Sauerstoff und Stickstoff, auch wohl mit ganz reinem Sauerstoff, in Kontakt war, — und es waren nach acht Tagen eine Unmenge Organismen darin entstanden.

Dem gegenüber glückte wieder bei Versuchen, hinter denen der gewiß bedeutsame Namen des großen Claude Bernard stand, gar nichts derart. Pasteur beschloß nun, der Sache definitiv auf den Grund zu kommen.



Louis Pasteur.
Nach einer Photographie von Nadarz in Paris.

Seine Experimente nahmen (ich benutze ein sehr übersichtliches Referat von Hermann J. Klein) den folgenden scheinbar ganz bestechenden Verlauf.

„Pasteur brachte in einen Glasballon von etwa 300 cbcm Inhalt 100 bis 150 cbcm albuminösen, zuckerhaltigen Wassers in folgender

Proportion: Wasser 100 Teile, Zucker 10 Teile, albuminöse Substanz 0,2 bis 0,7 Teile. Der fadenförmig ausgezogene Hals des Ballons ward mit einem rotglühenden Platinrohr in Verbindung gebracht. Man ließ die Flüssigkeit etwa 2 bis 3 Minuten lang sieden und dann vollständig erkalten. Darauf wurde der Hals zugeschmolzen. Der Ballon wurde in ein Schwitzbad von 28 bis 32° C. und nach 4 bis 6 Wochen mittels eines Kautschuks in einen Apparat gebracht, den Pasteur in folgender Weise beschreibt:

Eine große Glasröhre, in welcher sich eine andere, offene, von geringerem Durchmesser, vollständig frei gleitend befand, in welcher sich ein Baumwollstopfen befindet, der mit den Staubteilchen aus der Luft angefüllt ist, steht mittels eines Hahnes mit einer T-förmigen Röhre in Verbindung. Diese letztere besitzt außerdem noch zwei Hähne, von denen der eine mit einer pneumatischen Maschine, der andere mit dem rotglühenden Platinrohr kommuniziert.

Nachdem der letztere Hahn geschlossen worden, wurde ausgeleert, hierauf der Hahn wieder geöffnet und der kalcinierten Luft der Zugang zu dem Apparate gestattet. Dieses Ausleeren und Wiedereintreten der kalcinierten Luft wurde zehn- bis zwölfmal wiederholt, bis man sicher sein konnte, daß die kleine, mit Baumwolle gefüllte Röhre bis in die kleinsten Zwischenräume der Baumwolle mit der vorhin erhitzten Luft angefüllt war. Die Baumwolle hatte bei dieser Manipulation natürlich den früher aus der Atmosphäre aufgenommenen Staub noch bewahrt. Hierauf wurde die Spitze des Ballons in dem Kautschuk abgebrochen, die kleine Röhre hineingebracht und der Ballon über der Lampe wieder zugeschmolzen, dann wieder ins Schwitzbad gebracht. Es erschienen nun jedesmal in demselben organische Produktionen, und zwar wurde dabei folgendes beobachtet:

1. Die Organismen erscheinen innerhalb eines Zwischenraumes von 24 bis 36 Stunden. Dies ist genau derselbe Zeitraum, innerhalb dessen sie auch dann auftreten, wenn die Flüssigkeit des Ballons mit der gewöhnlichen Luft in Verbindung steht.

2. Schimmel erscheinen am gewöhnlichsten in der kleinen, mit Baumwolle gefüllten Röhre, deren Extremitäten sie bald anfüllen.

3. Es bilden sich die nämlichen Produktionen wie in der gewöhnlichen Atmosphäre; von Infusorien meist Bakterien, von Pflanzen Penicillium, Ascophora, Aspergillus und viele andere.

4. Ebenfalls wie in der gewöhnlichen Luft erzeugt sich bald diese, bald jene Art.

Hieraus ergiebt sich einerseits, daß die Luft unter den Staubteilchen immer organische Körper mit sich führt, anderseits, daß sich diese letzteren in passenden Flüssigkeiten in einer an sich inaktiven Atmosphäre zu verschiedenen Produktionen entwickeln, besonders zu Bacterium termo und verschiedenen Mucedineen, was die Flüssigkeit in derselben Zeit liefern würde, wenn sie mit der gewöhnlichen Luft in Verbindung stände.

Pasteur ging nun dazu über, den Einfluß zu untersuchen, welchen die Baumwolle als organischer Körper auf den ganzen Vorgang etwa ausüben möchte. Zu diesem Ende ersetzte er dieselbe durch Asbest, einen mineralischen Körper. Das Resultat war genau das nämliche. Waren Staubteilchen aus der Luft vorhanden, so erschienen organische Produktionen; im entgegengesetzten Falle behielt die Flüssigkeit unbestimmt lange ihre vollkommene Klarheit, und es entwickelte sich nichts.

Pasteur änderte seine Versuche nochmals ab und erhielt ein merkwürdiges, der Theorie einer Generatio aequivoca vollkommen verderbliches Resultat.

Er nahm eine Anzahl gläserner Ballons, in welchen die nämliche fermentescible Flüssigkeit in der nämlichen Quantität eingebracht wurde. Die Hälse der Gläser wurden vor der Lampe ausgezogen und in verschiedener Weise schlangenartig gebeugt. Sämtliche Röhren blieben offen mit einer Fläche von einigen Quadratmillimetern. Hierauf wurde die Flüssigkeit in den meisten Ballons einige Minuten lang ins Sieden gebracht; 3 oder 4 derselben hingegen ausgeschlossen. Darauf stellte man alle in ruhiger Atmosphäre eine Zeit lang hin. Nach 24 bis 48 Stunden bedeckte sich in den nicht erhitzten Ballons die Oberfläche der Flüssigkeit mit verschiedenem Mucor, während sie in den übrigen monatelang vollkommen rein und klar blieb. Letzteres geschah, wie Pasteur sehr richtig hervorhebt, lediglich aus dem Grunde, weil die Ausbiegungen der Hälse das Hineinfallen von organischen Keimen der Luft in die Flüssigkeit aufhielten. „Dieser so leicht auszuführende Versuch“, sagt der Experimentator, „wird selbst sehr voreingenommene Geister überzeugen. Er bietet meiner Meinung nach aber noch ein besonderes Interesse durch den Beweis, daß außer den Staubteilchen in der Luft nichts vorhanden ist, was Bedingung der Organisation wäre. Der Sauerstoff interveniert nur, indem er das durch den Keim gewährte Leben unterhält. Weder Gase noch Flüssigkeiten, Elektricität, Magnetismus, Ozon, bekannte oder unbekannte Dinge giebt es in der Luft, welche außer den Keimen eine Bedingung des Lebens wären.“

Pasteurs Resultate sind gewiß von allen die interessantesten. Aber ganz streng genommen, beweisen auch sie immer noch nichts gegen die Vogt'sche Kritik. Auch diese kunstvollsten Experimente wollen der Natur mit Gewalt eine Urzeugung abtrotzen unter Bedingungen willkürlicher Art. Daß unter letzteren keine erfolgt, scheinen sie ziemlich klar darzuthun. Wie es aber unter anderen Voraussetzungen damit ausschaut, bleibt offen wie zuvor. Und so ist denn nach einer großen anfänglichen Begeisterung für Pasteurs Erfolge schließlich doch die Meinung in der Wissenschaft zum Durchbruch gekommen, daß diese ganze Art der Fragestellung eine verfehlte sei. Nur das setzte sich als Schlußresultat der Experimental-Campagne um so eiserner fest, daß wir unter allen Umständen nur bei den

niedrigsten Organismen, den Einzelligen, an eine fortdauernde Urzeugung überhaupt denken könnten. Immerhin lag grade hier auch der Kern der größten praktischen Schwierigkeit, und zwar einer doppelten.

Auf der einen Seite sind wir noch zur Stunde thatsächlich über nichts so mangelhaft unterrichtet, wie über die Existenzbedingungen dieser niedrigsten Wesen. Man erinnere sich bloß an die endlosen Debatten zwischen der Koch'schen und der Pettenkofer'schen Schule bei Gelegenheit der letzten Hamburger Cholera-Epidemie. Pettenkofer vertrat bekanntlich den Satz (und suchte ihn durch äußerst kühne Experimente am eigenen Leibe zu beweisen), daß zum Gefährlichwerden der Cholera nicht allein das X des Cholerabacillus, sondern noch ein dunkles Y lokaler Bedingungen notwendig sei. Worin diese Bedingungen bestehen, ist offene Streitfrage. Und so geht es in der Bacillendebatte überall. Die praktische Erfahrung, daß bestimmte Individuen inmitten der hochgradigsten Ansteckungsmöglichkeit bei Epidemien sich als vollkommen seuchenfest erweisen, die vielfachen ernsten Versuche unserer herrschenden medizinischen Schule über künstliche Erzeugung solcher Seuchenfestigkeit durch Impfen, — sie alle arbeiten mit einem immer offenkundigeren X in den Lebensbedingungen jener niedrigsten Wesen, das vorläufig praktisch mitgeschleppt wird, ohne intellektuell irgendwie durchdrungen zu sein, — ein Manko, das ja leider auch jene wichtigen Experimente nach wie vor noch einer scharfen Kritik zugänglich hält.

Auf der anderen Seite droht die Urzeugungsfrage beständig im Reich des für unsere Mittel Unsichtbaren zu versinken, sobald wir sie auf die niedrigsten Wesen beschränken. Denn diese sind durchweg auch die kleinsten. Wohl giebt es beispielsweise in der ganz tief stehenden, aber in höchstem Grade merkwürdigen Urpflanzengruppe der Siphoneen einzellige Organismen von mehreren Fuß Größe, die sogar in der Form den Typus vielzelliger Gewächse mit Wurzel, Stengel und gezähntem Laubblatte täuschend nachzuahmen wissen. Aber im allgemeinen sind das doch Ausnahmen. Die Zelle ist, im Umriß definiert, ein kleines Gebilde, und was bloß den Wert einer echten Zelle oder gar eines kernlosen Schleimklümpchens hat, ist in der Regel ebenfalls winzig klein. Wie schon oben einmal erwähnt, bewegen sich die Bacillen bereits sehr nahe an den unteren Grenzen der Sichtbarkeit selbst für das schärfste Mikroskop.*) Hat aber Nägeli recht, sind auch sie

*) „Sehr scharfsinnige Männer haben sich dem Gedanken hingegeben, daß eine immer weiter gehende Vervollkommnung der Vergrößerungsgläser auch eine unabsehbar weitgehende Wahrnehmung des Kleinsten herbeiführen werde. Und in der That schienen die großartigen Leistungen der Riesenteleskope und der Mikroskope in den jüngst vergangenen Decennien eine solche Hoffnung zu nähren. Aber die gleichfalls bedeutend fortgeschrittene Theorie der optischen Instrumente hat neuerdings mit Bestimmtheit erwiesen, nicht nur daß, sondern auch welche Grenzen der Vergrößerung gesetzt sind. Abbe hat festgestellt, daß die überhaupt brauchbare Vergrößerung bereits in vielen Fällen thatsächlich

noch Genossenschaften sehr viel winzigerer Lebensteilchen (sogenannter Micellen), so steigert sich die Wahrscheinlichkeit, daß diese einzeln völlig unsichtbaren Allerkleinsten erst die Produkte eventueller Urzeugung sein werden. Dann versagen aber unsere Mittel, um jemals Urzeugung direkt zu beobachten. Erst wenn solche Micellen zu höheren Verbänden zusammentreten, Moneren oder Bacillen bilden, werden sie überhaupt für uns sichtbar. Diese Vereinigung aber kann eventuell erst wieder Produkt ganz neuer Bedingungen sein, die mit der Urzeugung selbst gar nichts zu schaffen haben. Treibt man die Frage noch weiter, nimmt man mit Häckel an, daß sich die Zerteilung eines niedrigsten Organismus bis zur völligen Zersetzung in die Moleküle durchführen ließe, ohne daß die wichtigsten Lebenserscheinungen schwänden, und daß es also bestimmte „Lebensmoleküle" (Plastidule) gebe, so gerät man vollends mit dem Problem der Urzeugung in jenes dem menschlichen Auge absolut verschlossene chemische Unterreich, an dessen Schwelle man die Vergrößerungsgläser getrost beiseite setzen und sich nach neuen Untersuchungsmethoden umsehen mag.

In der Linie dieses Gedankenganges liegt auch die gelegentliche Bemerkung Zöllners, daß wir am Ende gar schwerlich jemand widerlegen könnten, der den organischen Urkeimen bloß die Größe der Ätheratome zuschriebe; dann könnten sie, was jene Experimente in verschlossenen Glasflaschen anbetrifft, schließlich ohne Mühe selbst durch die Zwischenräume der

---

überschritten wurde, indem er darthat, daß, was man bei zweitausendfacher Vergrößerung sicher sieht, auch bei achthundertfacher gesehen wird, was man aber mehr zu erkennen glaubt, nicht mehr Abbild des vergrößerten Gegenstandes ist, sondern durch die Beugung des Lichtes zu stande kommt. Diese Entdeckung ist um so sicherer, als später Helmholtz zu demselben Resultate gelangte. Auch er spricht es mit Entschiedenheit aus, daß die mit zunehmender Vergrößerung wachsende Dunkelheit und Beugung des Lichtes aller mikroskopischen Wahrnehmung eine unübersteigliche Schranke setzt. Die Theorie ergab beiden Forschern, daß man nicht weiter kommen kann, als bis zur Unterscheidung zweier Punkte, deren Abstand gleich ist der Wellenlänge des Lichts bei gerader und der Hälfte derselben bei schräger Beleuchtung. Also kleinere Entfernungen als ein viertausendstel Millimeter darf man, wenn nicht die ganze Optik umgeworfen wird, mit dem Mikroskop zu sehen nicht hoffen. Alle Angaben, welche weiter reichen, beruhen auf Täuschungen. Diese Thatsache ist von immenser Tragweite. Denn es ist klar, daß nun alle Messungen der Schwere, der Wärme, des Magnetismus, der Elektricität oder was sonst man messen mag, wobei das Auge schließlich die Messung vornimmt oder vollendet, nur bis zu einem gewissen bestimmbaren Grade verfeinert werden können. Die alte, traumhafte Hoffnung, dermaleinst nicht mehr teilbare, einfache oder Urkörperchen zu sehen, zerfließt vollends in nichts, da sogar die Teilmaschinen ebensoweit, wenn nicht schon weiter als die Wahrnehmbarkeit reichen. Denn Nobert konnte bereits zehntausend Striche innerhalb einer Pariser Linie mit Diamant auf Glas schneiden." (Preyer, „Naturwissenschaftliche Thatsachen und Probleme", S. 147.)

Stoffmoleküle in den scheinbar dichtesten Gefäßwänden frei hindurchdringen, so daß selbst Pouchets Resultate, ihre Echtheit zugestanden, noch immer nichts für die Urzeugung beweisen würden. Man mag das vorläufig ein geistvolles Aperçu ohne jeden realen Boden nennen: jedenfalls zeigt es am Extrem, bis in welche Fernen des Unsichtbaren uns eine Spekulationskette eventuell führen könnte, bei deren Anfangsgliedern unsere Forschung unbedingt heute bereits steht.

Einmal, in der ersten Hochblüte der darwinistischen Bewegung, schien es, als sei durch eine kühne Entdeckung beides nun doch gegeben: Durchschauen der Existenzbedingungen und Überwindung der Größenfrage bei einem Urwesen allersonderbarster Art. Man hatte mit den so folgenreichen Tiefsee-Studien begonnen und damit eine Stätte der Erde aufgedeckt, die zweifellos die eigenartigsten Bedingungen bot, die für organisches Leben überhaupt möglich waren: Druck- und Beleuchtungsverhältnisse, wie sie nirgendwo sonst wiederkehrten. Grade aus diesen geheimnisvollen und vielversprechenden Abgründen zwischen 12000 und 24000 Fuß Tiefe beschrieb nun einer der kompetentesten englischen Fachzoologen, Huxley, auf Grund von Schlammproben in Alkohol, die eine Tiefsee-Expedition mitgebracht, die Schleimmasse eines gänzlich formlosen Urwesens von relativ bedeutender Größe, das auf dem Meeresboden einen netzartigen Überzug zu bilden schien. Dem großen Forscher, der sich so viele Verdienste um die Erforschung jener einfachsten Organismen erworben, Häckel, zu Ehren erhielt der seltsame Gast der Tiefe den Namen Bathybius Haeckelii. Man machte sich mit dem Gedanken vertraut, daß wahrscheinlich die ganze unterste Fläche der tiefsten Oceane mit der lebendigen Substanz dieses Bathybius überkleidet sei. Und der Schluß lag nun sehr nahe, grade hier an eine beständige Urzeugung zu glauben, deren Bedingungen in den eigentümlichen Verhältnissen der Tiefsee lagen, — ein Fund, mit dem man zweifellos dem ganzen Problem sehr viel näher gekommen wäre. Leider sollten sich aber diese Hoffnungen als trügerisch erweisen, da das Objekt selber, an das man sie geknüpft, ein jähes Ende fand. Die folgende große Expedition des englischen Schiffes Challenger, die berufen war, systematisch und im größten Stil die Tiefsee-Forschungen fortzuführen, hatte natürlich als besonders wichtigen Punkt in ihr Programm auch die weitere Enträtselung der Naturgeschichte des Bathybius aufgenommen. Aber sie kehrte heim mit leeren Händen: an all den vielen Orten, wo sie Stichproben gemacht, war man auf tausenderlei anderes, nur nicht auf das merkwürdige Urwesen gestoßen. Der Enttäuschung durch dieses unerwartete Resultat folgte auf dem Fuße eine ganz neue Deutung der von früher her vorhandenen Bathybius-Präparate, die angethan war, der Sache den Rest zu geben. Was Huxley als netzartige, organische Substanz beschrieben, sollte nichts anderes sein als eine zufällige, anorganische Bildung in dem Alkohol-

glase, das man ihm zur Verfügung gestellt, — ein flockiger Gipsniederschlag, wie er sich aus dem mit schwefelsaurem Kalk geschwängerten Meerwasser beim Zugießen von Alkohol regelmäßig abscheidet. Nachdem die Debatte einige Zeit sehr lebhaft hin- und hergegangen war, gewann schließlich die nüchterne Erwägung wirklich die Oberhand, die Kritik siegte, und der Bathybius verschwand wieder aus den Paragraphen der Lehrbücher, wie aus den Akten der Urzeugungsfrage; gegenwärtig hat man sich ziemlich allgemein dahin geeinigt, daß er nicht existiert. Der Umstand, daß die Geschichte dieser verfehlten Entdeckung grade in die Zeit der heftigsten Wirren um den jungen Darwinismus fiel, hat vielfach die Meinung erweckt, als habe die Entwickelungslehre mit dem Widerruf in der Bathybius-Frage eine schwere Schlappe erlitten. Es gehört eine starke Dosis Unverständnis dazu, um das zu glauben. Die Entwickelungslehre an sich behält in den zahlreichen Urwesen ähnlicher Art, die sicher bekannt sind, überreichen Stoff für alle ihre hier anknüpfenden Spekulationen. Was allein berührt wurde, war die Urzeugungsfrage, — eine Frage, über die man sich schon in lebhaftester wissenschaftlicher Diskussion befand zu Zeiten, da von Darwin noch keine Rede war. Selbst für die Theorie der Urzeugung ist übrigens nachträglich, nachdem der brave Bathybius das Zeitliche gesegnet hatte, von verschiedenen Seiten sehr lebhaft sein wirklicher Wert (falls er selbst real gewesen wäre) bestritten worden. Die Bedingungen der Tiefsee seien zwar äußerst seltsame, aber deshalb der Entstehung neuen Lebens, so weit Hypothesen in Betracht kommen, keineswegs günstige. In seinem gedankenreichen, aber allerdings auch an unbewiesenen Vermutungen überreichen Buche über „die Entstehung der Landtiere“ (1891) kommt Simroth auf Grund allgemeiner Wahrscheinlichkeitsgründe zu dem Schluß, erstes Leben könne nur da entstanden sein, wo Wasser und Atmosphäre in lebhaftester Berührung stehen, also entweder auf dem Spiegel der Hochsee oder in der Küstenlinie. Enger entscheidet er sogar für letztere. „Wenn man die großen Wogen des Oceans seine Atemzüge genannt hat, dann ist der Bereich der Lungenbläschen, die den Gasaustausch vermitteln, in der ewig unruhig geschäftigen Brandung zu suchen, die von der Schaumhaube der freien Wogen doch nur zeitweilig bei stärkerer Luftbewegung unterstützt wird. Im hohen Meere kommen Luft und Wasser in Berührung, in der Brandung aber Luft, Wasser und Land, hier hat die Sättigung mit Gasen und mineralischen Lösungen zugleich stattgefunden. Wenn aber von den Gegensätzen alle Anregung ausgeht und abhängt, dann ist hier der Ort zu suchen, von dem aus die organische Schöpfung ihren Ausgang nahm und nach zwei Seiten ausstrahlte, nach dem Wasser und nach dem Lande.“

So hatte, alles in allem genommen, das kleine, tragikomische Intermezzo des Bathybius weder Nutzen noch Schaden gebracht, und die Grundfrage stand, nachdem sich die Wellen verlaufen hatten, im alten Text an der alten

Stelle. Ein letzter Versuch war mißglückt, praktisch der Sache nahe zu kommen. Seitdem ist es in immer stärkerem Maße die theoretische Spekulation, die den ganzen Streit um die Urzeugung beherrscht. Unbekannt noch mit den Existenzgesetzen selbst zahlreicher lebend vorhandener Organismen niedrigster Art, und hier überall erst auf die Zukunft gewiesen, — abgeschnitten vielleicht von der ganzen direkten Beobachtung der entscheidenden Vorgänge durch die versagenden Mittel unserer Instrumente vor den „Allerkleinsten" der organischen Welt, sieht auch der Besonnenste, wenn er noch irgend ein Urteil überhaupt abgeben soll, sich hinübergedrängt in das vage Land der Vermutungen. Die Flasche des Experimentators, das Sehrohr und die Gelatineplatte des Bacillenforschers werden in den Schrank gestellt, und nur noch mit dem inneren, geistigen Auge des geschulten und wissensreichen Kombinators wird eine vorläufig befriedigende, hypothetische Lösung gesucht.

Folgen wir auch dieser Phase des Feldzugs ein Stück weit.

Zunächst that sich eine Ansicht hervor, die, obwohl an sich rein spekulativer Natur, doch unverkennbar beeinflußt war durch die negativen Erfolge Pasteurs. Sie suchte darzuthun, daß, wenn irgendwo einmal in der Welt selbst Urzeugung stattgefunden habe, dies doch nicht auf unserer Erde geschehen zu sein brauche. Die ersten Lebenskeime könnten sehr gut vom Weltraume her auf die Erde gelangt sein, sei es als freiliegende kosmische Stäubchen, sei es als Einschluß in einem Meteoriten. Diese kühne Hypothese wurde um die Mitte der sechziger Jahre zuerst von einem Dresdener Professor Hermann Eberhard Richter aufgestellt und, so weit es anging, mit Wahrscheinlichkeitsgründen gestützt. Pilzkeime und Infusorien, betont Richter mit Recht, schweben noch in sehr hohen Schichten der irdischen Atmosphäre. Durch Attraktion vorüberfliegender Kometen oder Meteoriten könnten sie gelegentlich sehr wohl mit in den freien Weltraum hinausgerissen werden. Von dort könnte sie dann ein anderer Weltkörper auffangen und zur Fortentwickelung bringen. In einer späteren Ausführung glaubte Richter die Sache auch so plausibel machen zu können, daß man annehme, hinter der rasch sausenden, von der dünnen Luft des Weltraums beständig etwas gehemmten und kleiner Atmosphäreteilchen beraubten Erde ziehe gleichsam ein Schweif solcher abgestreiften eigenen Luft wie der Rauchschweif einer Lokomotive her. In dieser Luftschleppe aber wirbeln auch Keime und Sporen niedriger Organismen oder ganze, eingetrocknete Tiere von mikroskopischer Größe mit und verlieren sich allmählich im Weltall, — Stoff genug, um später fremde, aber bewohnbar gewordene Gestirne zu bevölkern, genau so, wie sie einst die Erde selbst besucht und mit einer Biosphäre überzogen haben.

Diese Anregungen Richters gingen allerdings zunächst spurlos vorüber. Anfang der siebziger Jahre aber traten fast gleichzeitig zwei Physiker ersten

Ranges mit ähnlichen Ansichten auf, in Deutschland kein geringerer als Helmholtz, in England William Thomson. In einer Rede zur Eröffnung der Britischen Naturforscher-Versammlung zu Edinburg im Sommer 1871, also recht an einem feierlichen Fleck, auf den aller Welt Augen gerichtet waren, führte Thomson das Folgende aus:

„Verfolgt man die physikalische Geschichte der Erde rückwärts nach streng dynamischen Prinzipien, so gelangen wir zu einer rotglühenden, geschmolzenen Kugel, auf der kein Leben existieren konnte. Als nun die Erde zuerst für Leben geeignet wurde, gab es kein lebendes Wesen auf derselben. Es gab feste und aufgelöste Felsen, Wasser, Luft ringsumher, eine glänzende Sonne wärmte und beleuchtete es, und alles war bereit, ein Garten zu werden. Sprangen Gras, Bäume und Blumen ins Dasein in all ihrer Fülle der reifen Schönheit durch ein fiat einer schöpferischen Macht? Oder wuchs die Vegetation aus ausgesäetem Samen, der über die ganze Erde ausgebreitet wurde? .... Wenn eine vulkanische Insel aus dem Meere auftaucht und nach wenig Jahren mit Vegetation bekleidet ist, tragen wir kein Bedenken, anzunehmen, daß Samen zu ihr durch die Luft geführt worden oder auf Flößen zu ihr herangeschwommen sind. Ist es nicht möglich, und wenn es möglich, ist es nicht wahrscheinlich, daß der Anfang des vegetabilischen Lebens auf der Erde in ähnlicher Weise erklärt werden kann? Jedes Jahr fallen Tausende, wahrscheinlich Millionen von Bruchstücken fester Substanz auf die Erde. — Woher kommen diese Bruchstücke? Wenn zwei große Massen im Raume in Kollision kommen, ist es sicher, daß ein großer Teil derselben geschmolzen wird; aber es scheint ebenso sicher, daß in manchen Fällen eine große Menge von Trümmern nach allen Richtungen geschleudert werden muß, unter denen viele keine größere Beschädigung erlitten, als einzelne Felsstücke bei einem Erdrutsch oder beim Sprengen mit Pulver erfahren. Würde die Zeit, wenn unsere Erde mit einem andern Körper, der ebenso groß ist, als sie selbst, in Kollision kommt, eintreten, da sie noch mit Vegetation bekleidet ist, dann würden manche große und kleine Bruchstücke, die Samen, lebende Pflanzen und Tiere tragen, zweifellos durch den Raum zerstreut werden. Deshalb, und weil wir alle fest glauben, daß es gegenwärtig manche Welten mit Leben außer unserer eigenen giebt und von undenklichen Zeiten her gegeben hat, müssen wir es als in hohem Grade wahrscheinlich betrachten, daß zahllose, Samen tragende Meteorsteine sich durch den Raum bewegen. Wenn im jetzigen Augenblick kein Leben auf der Erde existierte, würde ein Stein, der auf sie fiele, durch das, was wir natürliche Ursache nennen, dazu führen, daß sie sich mit Vegetation bedeckte. ... Die Hypothese, daß das Leben auf unserer Erde entstand durch bewachsene Bruchstücke von den Ruinen einer anderen Welt, mag abenteuerlich und phantastisch erscheinen: was ich behaupte, ist, daß sie nicht unwissenschaftlich ist."

Die Gestalt, in der die seltsame Lehre hier vorgetragen wird, ist eine sehr vage, — aber sie hat trotzdem am meisten Aufsehen gemacht. Viel schärfer faßte gleichzeitig bei uns Helmholtz das Problem. Er betonte auf der einen Seite ganz wie Richter die Möglichkeit, daß auch, abgesehen vom Zerplatzen eines ganzen bewohnten Weltkörpers, wie es Thomson braucht, sehr wohl schon ein durch hohe Atmosphären-Schichten eines bewohnten Gestirns durchsausender Meteorit, der nicht zum wirklichen Herabfallen kommt, einen Ballen Luft mit sich hinausschleudern und in ihm unverbrannte Lebenskeime in den Weltraum streuen könne. Andererseits begegnete er dem nahe liegenden und Thomson gegenüber sogleich erhobenen Einwurf, daß Meteoriten ja infolge der Reibung in mehr oder minder glühendem, halb geschmolzenem Zustand auf der Erde ankämen, mit der in der That unanzweifelbaren anderen Möglichkeit, daß organische Keime in Spalten des Steines versteckt lägen und so mit der äußern Erhitzung nicht in Berührung kämen (wirklich hat man ja Meteore gefunden, die im Innern noch eine außerordentliche Kälte zeigten) oder auch, daß sie umgekehrt grade so oberflächlich auf dem Steine lägen, daß sie längst, ehe die Kompression dichterer Atmosphärenteile eine Glut erzeugt habe, vom gewaltigen Luftzug fortgeblasen und unverbrannt unserer Luft einverleibt sein müßten. Weiter ins Detail ist indessen auch Helmholtz nicht gegangen.

Wie leicht ersichtlich, giebt es zunächst zwei Instanzen, durch die diese eigentümlich kosmisch-biologische Hypothese in der Kritik zu gehen hat: die astronomische und die physiologische oder biologische. Der Astronom wird theoretisch am wenigsten einwenden können. Daß der Weltraum durchweg erfüllt ist mit staubförmiger Materie, und daß solche beständig auf die Erde herabfällt, haben wir bereits im ersten Bande dieses Werkes ausführlich erörtert. Der Leser erinnert sich insbesondere wohl auch der Förster'schen Hypothese über eine Art realen Kometenschweifes der Erde, der im Zodiakallicht sichtbar werden soll (S. 605 f. des zweiten Buches), und der auffallend gut jenen Richter'schen Voraussetzungen entspräche. Daß auch auf andern Planeten, z. B. dem Mars, Leben in unserm irdischen Sinne möglich, ja sogar wahrscheinlich sei, ist ebenfalls dem modernen Astronomen ein geläufiger Gedanke. Kohlenstoff, dieses für alle Organismen wichtigste Element, kommt als Graphit und krystallisiert als Diamant grade in den Meteoriten vor. Das Spektrum der Kometen weist in den meisten Fällen, wie wir gesehen haben, auf Kohlenwasserstoff, womit man fast unwillkürlich auch wieder grade an Organisches erinnert wird; unsere bekannteste irdische Kohlenwasserstoffart, das Petroleum, wird ja ziemlich allgemein für ein direktes Produkt voreinst verwester Organismen gehalten. Andererseits ist die Erde aber nachweislich schon durch die Trümmer wenigstens von Kometenschweifen hindurchgegangen, könnte also, wenn grade der Komet auch in seiner losesten Schweifmaterie Lebenskeime mitführen sollte, sehr gut

bei einer solchen Gelegenheit von ihm aus bevölkert worden sein. — beiläufig ein Gedankengang, der, wenn man kühn genug sein will, ihn bis ins Extrem zu spinnen, den Kometen wieder ihren mittelalterlichen Ruf als Pestilenzerzeuger zurückverschaffen könnte, indem sie eventuell unsere Atmosphäre gelegentlich mit einem menschenfeindlichen Bacillenregen beglücken könnten! Nur das eine, allerdings grade der Praxis entnommene Argument kann der Astronom gegen das Ganze anführen: es ist bisher noch niemals etwa in einem Meteoriten ein eingeschlossener Pilzkeim oder etwas ähnliches entdeckt worden. Doch darf man auch dem wieder entgegenstellen, daß noch sehr wenig systematisch danach gesucht worden ist und die Möglichkeiten wirklich zahllos sind, daß beim Zerplatzen des Steins schon vor dem Fall, beim Zerbrechen durch den Aufprall selbst, beim Transport ins Laboratorium oder sonst irgendwie die etwa vorhandenen winzigen Keime längst befreit und vom Winde fortgewirbelt seien, ehe das Mikroskop sich auf die Suche nach ihnen machen kann.

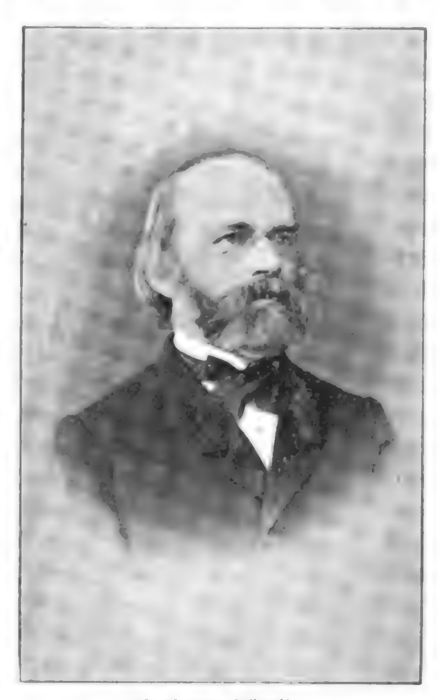
Schwerer wiegen die Einwände, die der Biologe machen wird, merkwürdigerweise sind aber selbst sie nicht schlechthin unüberwindlich. Auf den ersten Moment scheint ein Ausdauern von Lebenskeimen im freien Weltraum allerdings völlig unmöglich.

Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, wie das irdische Leben vermöge seiner Existenzbedingungen in gewisse Grenzen der Wärme, Kälte, Feuchtigkeit u. s. f. eingeschlossen ist. Aber wir haben nicht minder gesehen, wie durch die schier unglaubliche Anpassungsfähigkeit wenigstens einer Reihe von Organismen (und nicht einmal bloß solchen niederster Art) diese Grenzen unerhört weit hinausgeschoben werden können. Für Organismen, die längere Zeit frei schwebend oder in durch und durch erkaltete Steine eingeschlossen sich im Weltraum aufhalten sollten, ohne ihre Lebensfähigkeit zu verlieren, käme eine dreifache Ausdauer in Betracht: Ausdauer gegenüber der Kälte, dem Wassermangel und dem Luftmangel. Über die Kälte des Raumes sind wir nicht genau unterrichtet. Geht sie nicht zu weit über unsere äußerste Polarabkühlung hinaus, so steht der Annahme nichts im Wege, daß die roten Schneewesen, einzelne Pflanzenkeime, Hefepilze u. a. ihr trotzen können. Was Luft und Wasser anbetrifft, so wissen wir auch von ihnen nichts Genaues über ihren wahren Prozentsatz im offenen Weltraum. Daß minimale Reste vorhanden sind, kann nicht widerlegt werden. Andererseits ist schon früher erwähnt, wie lange selbst relativ hoch entwickelte Tiere, wie die Rädertierchen, dem Austrocknen widerstehen. Die Berichte über gänzlich eingetrocknete Pflanzensamen, die, nach außerordentlich langer Zeit endlich befeuchtet, sich noch keimfähig erwiesen, sind zwar durch Täuschungen und Übertreibungen entstellt worden (wie in der bekannten, aber nicht stichhaltigen Geschichte vom Mumienweizen aus altägyptischen Gräbern), aber es bleiben selbst nach Abzug aller bedenklichen

Fälle eine Menge sehr guter Exempel übrig, die für eine Reise von einem Planeten zum anderen möglicherweise ausreichen könnten. Daß solche eingetrockneten Wesen die Fähigkeit des Wiederauflebens selbst im luftleeren Raum unter der Luftpumpe nicht einbüßen, scheint ebenfalls erwiesen zu sein. Es bedarf also auch bei all diesen Argumenten eigentlich nur einer geringen Übertreibung über das bereits Bekannte hinaus, und auch der Biologe muß schließlich die Waffen strecken.

Trotz dieser gewinnenden Außenseite ist von verschiedensten Seiten sehr energisch gegen die ganze Meteoriten-Hypothese Protest erhoben worden. Zöllner war der erste, der (in seinem Buche über die „Natur der Kometen", das außer über sein Thema noch über die vielfältigsten Dinge Himmels und der Erden handelt) ihr den Vorwurf machte, sie sei ihrem innersten Aufbau nach eine völlig verpfuschte Gedankenkette, die vom logischen Boden aus zu verwerfen sei. Sie schiebe das Unerklärte bloß in die Weite hinaus und halse etwa einem in Urzeiten zertrümmerten Weltkörper auf, was man für die Erde nicht anzunehmen wage, womit gradezu eine neue Schwierigkeit geschaffen sei: nämlich zu beweisen, warum eine Urzeugung irgendwann und wo im All einmal möglich gewesen sei, dagegen auf unserer Erde nicht möglich sein sollte, so daß diese erst von außen hätte bevölkert werden müssen. Gegen Zöllner ist zwar von Friedrich Albert Lange, dem feinsten Kenner der Naturwissenschaft unter den modernen Philosophen, der auch hier stets mit originalen Gedanken eingriff, eingewendet worden, daß dieses Zurückschieben der Urzeugung, als Prozeß ins Unendliche, doch wenigstens den Vorteil habe, eine ungelöste Schwierigkeit „in gute Gesellschaft" zu bringen, d. h. zusammenfallen zu lassen mit jenen tiefsten Fragen über die Natur der Dinge (Herkunft des Stoffs und seiner Bewegung im All), die immer allgemeiner als schlechtweg unlösbare betrachtet würden. Lange dürfte in diesem Falle aber doch unrecht haben. Zöllner trifft darin durchaus den Nagel auf den Kopf, daß er sagt, die Hypothese schaffe im Grunde nur neue Schwierigkeiten, anstatt etwas zu bessern. Sobald man das aber einsieht, fängt sie in allen ihren Grundlagen wirklich sehr an zu wackeln. Sie gehört nämlich ins Gebiet jener stets bedenklichen Hypothesen-Ketten, die in der Wissenschaft doch nur dann bedingte Zulässigkeit haben sollten, wenn sie ungemein viel erklären und vereinfachen. Um eine an sich ganz zweifelhafte und hypothetische Sache, nämlich die Nichtexistenz irdischer Urzeugung, zu decken, macht sie eine zweite hypothetische Annahme (Existenz organischer Keime im Weltraum oder in Meteoriten), die lediglich zum Zweck erfunden ist, nicht aber aus Beobachtungen resultiert, — und so fort, bis sie endlich durch die anschließende Spekulation, anstatt ein Dilemma zu lösen, uns ein neues aufnötigt: entweder die Existenz lebender Keime im freien All als wirklich „ewigen" Zustand anzunehmen, wozu nicht mehr der Schatten

einer Wahrscheinlichkeit besteht, oder die Urzeugung bloß auf einen anderen Planeten zu verlegen, womit nicht das mindeste zur Sache geholfen ist. Thatsächlich ist die ganze „kosmische“ Urzeugungshypothese auch in letzter Zeit wieder mehr und mehr aus den ernsthaften Debatten verschwunden, und nur der Tag, da wirklich fremde Lebenskeime in einem Meteoriten nachgewiesen würden, könnte sie wieder in den Vordergrund drängen, — dann freilich mit soliderer Grundlage.


Karl von Nägeli.

Die zweite spekulative Lesart auf dem Urzeugungsgebiet ist insbesondere von Häckel und von Nägeli vertreten worden. Sie zerhaut den Knoten, indem sie einfach aus der irdischen Urzeugung, wenigstens für die älteste Zeit der Bewohnbarkeit der Erde, ein logisches Postulat macht. Man schließt: wenn nachweislich die Erde bis zu einem gewissen Zeitpunkte an ihrer Oberfläche glutflüssig, also für die uns bekannten Formen des organischen Lebens schlechterdings unbewohnbar war — und wenn ebenso nachweislich vom Momente der Bewohnbarkeit an Leben sich auf ihr eingestellt und bis heute unter tausend Anpassungen an Wasser, Luft und Land erhalten hat, — — nun, so muß eben an der Grenze jener beiden Epochen Urzeugung stattgefunden haben. „Wenn Sie,“ sagt Häckel im 18. Vortrage seiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ (8. Auflage 1889), „die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie in der That an diesem einzigen Punkte der Entwickelungs-Theorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Mir scheint die Vorstellung, daß der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im übrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso unbefriedigend für das gläubige Gemüt wie für den wissen-

schaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an .... so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen, natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen; wir erkennen dann auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesamten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgesetze." Ähnlich sagt Nägeli, dessen Anschauungen über die Art der Fortentwickelung der Organismen im übrigen sehr von denen Häckels abweichen: „Die Urzeugung leugnen, heißt das Wunder verkünden."

Man hat diesen Sätzen entgegengestellt, daß sie eine Alternative in die Debatte brächten, die gar nicht mehr ins Gebiet der Wissenschaft falle. Albert Lange meinte, ein übernatürlicher Schöpfungsakt komme eben für den wahren Forscher überhaupt nicht mehr als logischer Gegensatz in Frage. Wie die Dinge heutzutage praktisch liegen, ist das indessen noch keineswegs ein stichhaltiger Einwurf, und wenn man berücksichtigt, daß besonders Häckels Ausführungen sich an ein weites und sehr gemischtes Publikum wenden, so hat seine Alternative faktisch noch sehr viel Wert. — vorausgesetzt, daß jenes ursprüngliche Dilemma: Kein Leben in der Glutzeit der Erde — sichtbar vor Augen gestelltes Leben in der späteren Zeit der Abkühlung, — schlechterdings unvermeidlich ist. Es giebt Leute genug, die sich sehr dagegen wehren würden, als außerhalb der Forschung stehend betrachtet zu werden, und die doch für den Urzeugungsakt der ältesten Zeit den „Schöpfer" zu retten geneigt sind. Sie geben die rein naturgemäße Entwickelung der anorganischen Welt, etwa im Sinne der Kant-Laplace'schen Hypothese zu. Sie leugnen auch nicht mehr die von Darwin so anziehend geschilderten Entwickelungsgesetze, die zur Zerspaltung der Organismen in so zahllose Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen u. s. w. geführt haben. Aber sie reservieren der mystisch eingreifenden, übernatürlichen Macht das Recht der ersten freien Erschaffung eines niedrigsten Urwesens, — wozu sich meist dann auch die zweite Annahme gesellt, daß bei der Umformung der Tieres zum Menschen ein neuer Eingriff nötig gewesen sei. Darwin selbst hat in seiner ersten Veröffentlichung mit der schlichten Ehrlichkeit, die ihm inne wohnte, direkt auf diesen Ausweg hingewiesen als einen (bei unserer vorläufigen Unkenntnis über den wirklichen Vorgang bei der Urzeugung) immerhin möglichen für den, der seine Entwickelungsgesetze anerkennen wolle, aber das Bedürfnis fühle, trotzdem für den Schöpfer einen einleitenden Akt zu wahren. Bei der Umwandelung des Tieres zum Menschen hielt er allerdings auch nicht einmal mehr einen ähnlichen Ausweg als vagste Hypothese für zulässig. Dafür hat sein frühester Mitstreiter, Wallace, in späterer Zeit und im Banne spiritistischer Neigungen grade hier wieder die „Eingriffs-Hypothese" erst recht betont und so auch den Anhängern der übernatürlichen Urzeugung neuen Mut gegeben. Grade in

den letzten Jahren haben sich dann in allerlei Formen, aber im Kern unverkennbar, ähnliche Ansichten in der öffentlichen Debatte immer reger vorgedrängt. Namhafte Theologen haben sich unter der Bedingung zu Darwin bekannt, daß an jener einen oder jenen beiden Ecken ihnen der Schöpfer als außermechanische Macht gewahrt bleibe.

Diesen Versuchen mit der schärfsten logischen Waffe entgegenzutreten, auch wenn die Urzeugungsfrage an sich vorläufig noch so kompliziert ist, darf als eine sehr berechtigte Aufgabe der Wissenschaft bezeichnet werden. Wenn in der That Leben einmal auf der Erde nicht da war, später aber plötzlich aufgetreten ist, so giebt es für die echte Forschung allerdings ganz im Sinne Häckels und Nägelis nur *einen zulässigen Schluß*: den *vom Bekannten aufs Unbekannte*. Wo immer wir die Natur in ihrem Werdegang beobachtet haben, erwies sie sich als Werk unverrückbarer Gesetze. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie blieb in Thätigkeit. Alles „Neue“ war durchaus nur Ergebnis steter, im voraufgehenden streng begründeter Entwickelung. Diese Erfahrung, tausend- und tausendfach bestätigt, weist, sobald überhaupt vor einem Rätsel der Welt, wo wir den Zusammenhang vorläufig nicht sehen, eine Vermutung ausgesprochen werden soll, unabänderlich auf den gleichen Weg: daß nämlich auch dort der Zusammenhang ein streng logischer von Stufe zu Stufe gewesen sei. Wenn ich als Historiker von einem Menschen lese, daß er vor 300 Jahren gelebt habe, daß aber von seinem Tod niemals irgend eine Kunde geworden sei, so werde ich gleichwohl für gewiß den Schluß ziehen, daß er heute nicht mehr leben könne und irgendwo schon vor sehr langer Zeit gestorben sein *müsse*. Denn ich weiß, daß die Lebensbahn des Menschen laut zahlloser Erfahrungen sich ungefähr in den Grenzen eines Jahrhunderts schließt, und ziehe ohne Bedenken den Analogieschluß, daß es auch hier so gewesen sei. Niemand denkt dabei an die Möglichkeit, es könne gerade den einen ein übernatürlicher Eingriff erhalten haben. Solche einfachen Schlüsse des Alltagslebens muß man sich vergegenwärtigen, um die Ungereimtheit zu verstehen, die in der Annahme des Bruches der kosmischen Kausalitätsreihe bei der Urzeugung liegt. Auch hat Häckel darin vollständig recht, daß grade dem Gemütsbedürfnis gegenüber dem Naturganzen eine solche Eingriffshypothese den erträumten Gewinn erst recht nicht bringe. Eben vom höchsten Standpunkte aus, der in grenzenloser Bewunderung vor dem Prachtbau des kosmischen Mechanismus steht und im Naturgesetz selber die grandiose, dem Menschengeist gebotene Offenbarung eines treibenden Weltprinzips sieht, muß es klein und jämmerlich erscheinen, wenn die Erhabenheit dieser Offenbarung aufgebessert werden soll durch den Nachweis, daß hier und da ein Rad fehle und der Stoß eines Werkmeisters von außen her nötig sei. Eine wirklich im idealen Sinne gläubige Hingabe an das Wunderwerk des Alls wird vielmehr das treibende Rad und damit die vollkommene Harmonie

des Ganzen auch dort voraussetzen, wo ihr schwacher Blick es zur Stunde noch nicht sieht, — und sie wird sich damit in trefflichstem Einklang mit der exakten Forschung befinden, die vom Bekannten auf das Unbekannte vertrauend schließt, nicht aber vor der Lücke durchbrennt, wie ein Schulknabe vor verschlossener Thür, der selig ist, endlich einmal den widerwärtigen Zwang los zu sein.

Eine andere und ganz neue Frage freilich ist es, ob nicht vom Begriffe des Lebens selbst aus spekulative Resultate gewonnen werden könnten, die eine eigentliche Urzeugung auf der Erde auch im strengsten mechanischen Sinne überflüssig machten, ohne deshalb die Hilfe der Meteoritenhypothese anzurufen oder gar einen außernatürlichen Schöpfer in Arbeit zu setzen. Über diesen Punkt sind in neuerer Zeit wenigstens Ideen geäußert worden, die eine Erwähnung fordern dürfen, wenn auch die strenge Beweisführung noch gänzlich aussteht.

In unserem vorigen Kapitel haben wir uns ein Bild von der äußeren Erscheinung des Lebens auf der Erde im Umriß zu vergegenwärtigen versucht. Dabei ist es durchaus vermieden worden, etwas über das innere Wesen des Lebens einzuflechten. Es handelt sich da um ein ungemein dunkles Gebiet, auf dem die Meinungen sämtlich im Flusse sind und für populäre Zwecke zur Stunde ein fester Punkt gar nicht gegeben werden kann. Immerhin ist es aber für den Zusammenhang an dieser Stelle nötig, wenigstens ein paar Worte darüber nachzuholen.

Die alte, und man möchte wohl sagen, bequemste Ansicht über die Sonderart des Lebens gegenüber der anorganischen Welt war die, daß es eine besondere „Lebenskraft“ gebe, die im lebendigen Organismus die Kräfte der anorganischen Welt beherrsche und Erscheinungen hervorbringe, die mit jenen allein völlig unmöglich wären. Früh ausgesprochen, reichte die Ansicht tief in unser Jahrhundert hinein. Sie vermischte sich gern mit allerlei Begriffen, wie geistige (psychische) Kraft und ähnlichem, und in diesen Formen spielt sie heute noch eine sehr große Rolle, beispielsweise in spiritistischen Kreisen und nicht minder in allen Philosophenwinkeln, wo man nicht Zeit und Lust gefunden, sich über die allmähliche kritische Stellungnahme der wirklichen Forschung dem ganzen Grundbegriffe einer solchen „Lebenskraft“ gegenüber zu unterrichten. In Wahrheit hat die Erkenntnis sich schon in Humboldts späterer Zeit entscheidend Bahn gebrochen, daß eine solche spezifische Lebenskraft als Eselsbrücke zur Erklärung aller Wunder des Lebens uns nirgendwo gegeben sei. Je mehr man anfing, sich bei dem Wörtchen „Kraft“ überhaupt etwas mehr zu denken, je mehr man im Banne der grundlegenden Anschauungen von Robert Mayer einen Einblick gewann in die eigentümliche lückenlose Erscheinungskette, die mit dem Worte

„Gesetz von der Erhaltung der Kraft“ gekennzeichnet ist, desto vorsichtiger wurde man einer willkürlichen Verwertung des Kraftbegriffes gegenüber. Es gehörte zu den Forderungen des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft (Energie), daß es auch im Organismus als einem Teile des kraftdurchflossenen Kosmos Geltung behalte, — wie denn Mayers Entdeckung des Gesetzes ursprünglich sogar grade an Erscheinungen innerhalb der organischen Sphäre angeknüpft hatte. Schon früher war mit der Legende gründlich aufgeräumt worden, daß gewisse chemische Leistungen des Organismus nur unter Einwirkung jener „Lebenskraft“ zu stande kommen könnten: der Chemiker Wöhler hatte 1828 den Harnstoff, den man bisheran allerdings nur als Produkt des lebenden Organismus kannte, künstlich in seinem Laboratorium hergestellt, — eine Entdeckung, der sich zahlreiche, noch kompliziertere Fälle analoger Art in der Folge anschließen sollten. In unseren Tagen fängt entsprechend die ganze Biologie mehr und mehr an, sich konsequent in den Gedanken einzuleben, daß sie durchaus keines Sonderprivilegs hinsichtlich einer neuen und geheimnisvollen Kraft für ihr Gebiet genießt, sondern sich thatsächlich vor die allerdings äußerst schwierige Aufgabe gestellt sieht, den komplizierten Mechanismus eines Tieres oder einer Pflanze rein aus den auch sonst gegebenen Naturkräften zu entwickeln.

Einen im ganzen ziemlich ähnlichen Verlauf hat die Jagd nach einem besonderen Lebensstoff genommen. Immerhin ist man aber grade hier doch auf Thatsachen aufmerksam geworden, die jenen Ideen, von denen ich oben sprach, zum Ausgangspunkt dienen konnten. Auf den ersten Blick könnte es scheinen, als habe sehr im Gegensatz zu dem erfolglosen Suchen nach einer spezifischen „Lebenskraft“ grade die moderne Forschung auf einen wirklichen „Lebensstoff“ geführt durch die Entdeckung des sogenannten Protoplasmas. Die fortschreitende Zergliederung der Organismen, Tiere wie Pflanzen, durch das unschätzbare Mittel des Mikroskops hatte gegen Ende der dreißiger Jahre unseres Jahrhunderts zu der folgenreichen Entdeckung geführt, daß alle höheren Organismen sich zusammensetzen aus einem einfachen Formelement, den sogenannten Zellen. Ungezählte Millionen solcher Zellen bauen den Eichbaum wie den Elefanten, den Walfisch wie den Menschen auf. Je weiter man in der Kette der Wesen dann zu einfachsten Formen herabsteigt, desto geringer wird die Zahl der Zellen, und desto selbständiger wird gleichzeitig jede Einzelzelle, bis man endlich bei Geschöpfen jenseits von Tier und Pflanze anlangt, deren gesamte Lebensprozesse sich vollziehen innerhalb einer einzigen Zelle. Es lag nahe genug, vor einem solchen konstanten Form-Element nun auch auf einen konstanten Lebensstoff zu schließen und ihn eben in dem Stoff zu suchen, der die Zelle zusammensetzt. Der entscheidende Stoff in der Zelle ist das Protoplasma. Es läßt sich von ihm mit gutem Recht behaupten, daß es überall vorhanden ist, wo Leben ist, und also mit einem bedingten Rechte als der

Lebensstoff, d. h. als der Stoff, bei dem wir allein die Lebenserscheinungen wahrnehmen, bezeichnet werden darf; die äußere Form der Zelle ist dabei, obwohl das Protoplasma alle vorhandenen Zellen bildet, nicht absolut wesentlich zu seiner Charakteristik, da es thatsächlich ganz niedrige Geschöpfe giebt, die aus formlosem Protoplasma bestehen, das noch nicht einmal den Anforderungen einer primitivsten „Zellenform" genügt, auch beliebig zerteilt werden kann, ohne daß die Teile aufhören, Lebenserscheinungen zu zeigen. Der Ton muß aber, wenn man das alles zugiebt und die Entdeckung des Protoplasmas als einen wirklich eminenten Fortschritt bezeichnet, auf dem Wörtchen „bedingt" bleiben. Unsere Chemie hat bekanntlich genau so, wie die Physik dem Begriffe der Kraft, dem Begriffe des Stoffes eine präcisere Fassung gegeben über den gewöhnlichen Sprachgebrauch hinaus. Sie unterscheidet in der Fülle der Stoffe in der uns erkennbaren Welt einige sechzig sogenannte Grundstoffe oder Elemente, die sich mit unseren Mitteln selbst nicht weiter chemisch zerlegen lassen, aber als konstante Größen alle jene zahllosen übrigen Stoffgebilde vermöge eigentümlicher Verbindungsmöglichkeiten oder auch durch einfache Mischung zusammensetzen; so ist z. B. unser Wasser eine enge Verbindung aus zweien solcher Grundstoffe, unsere atmosphärische Luft ein loses Gemisch von mehreren, und erst durch sorgfältige Trennung erhält man aus ihnen die wahren Elemente, die als solche sich dann nicht mehr weiter auflösen lassen, so weit wenigstens unsere heutige Technik reicht. Zu diesen Elementen gehört nun das Protoplasma keineswegs. Es wird vielmehr zusammengesetzt aus einer Reihe solcher, und zwar lediglich einer Auswahl aus den auch sonst bekannten. Wesentlich sind es vierzehn von den gegenwärtig bekannten achtundsechzig Elementen, die für die organische Welt in Betracht kommen: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Chlor, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Eisen, Silicium und Fluor. Vereinzelt kommen Rubidium, Strontium und Baryum bei niederen Pilzen, Jod und Brom bei Algen, Aluminium bei Bärlapppflanzen vor, — es genügen aber die vierzehn, durch deren „Vereinigen und Trennen", wie Preyer sich ausdrückt, „die Natur das Wunder des Lebens in allen seinen vergangenen und gegenwärtigen Gestalten erzielt". Vergebens sucht man unter den Namen einen „besonderen", dem man dann die Rolle des wahren Lebenselements zuschreiben könnte innerhalb des allgemeinen, im Protoplasma gekennzeichneten Lebensstoffs. Und doch haben die Namen, wie sie da stehen, spekulativen Köpfen vielerlei zu denken gegeben und zu kühnen Hypothesen aufgefordert, die grade für das dunkle Gebiet der Urzeugungsfrage vielleicht einmal ungeahnte Bedeutung gewinnen könnten.

Zunächst war es die ganz außerordentlich hervortretende Rolle eines Elementes bei allem Lebenden, das auch sonst zu den seltsamsten gehört: des Kohlenstoffs, die mit Recht betont wurde. Die Rolle, die das

Element Kohlenstoff in der Welt des Organischen spielt, ist eine so dominierende, daß Häckel den Satz aufstellen konnte, eben der Kohlenstoff müsse, wenn er auch nicht bloß in der organischen Welt vorkomme, doch faktisch das spezifische Lebenselement selbst sein. „Lediglich die eigentümlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs," sagt er, „und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten, eiweißartigen Kohlenstoff-Verbindungen sind die mechanischen Ursachen jener eigentümlichen Bewegungs-Erscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt." In der Zeit des preußischen Kulturkampfes hat diese Kohlenstofftheorie einmal als geflügeltes Wort gewirkt. Carus Sterne (Ernst Krause in Berlin), der geistvollste populäre Darsteller des aufstrebenden Darwinismus nächst Häckel selbst, hatte in seinem vortrefflichen Buche „Werden und Vergehen" dem Häckel'schen Gedanken die Form gegeben, daß ein moderner Faust mit Kenntnis der Chemie den Anfang des Johannes-Evangeliums nicht übersetzen würde: Im Anfang war das Wort oder der Sinn oder die Kraft, — sondern: Im Anfang war der Kohlenstoff mit seinen merkwürdigen inneren Kräften. Es war bezeichnend für die Unbildung der Zeit in Laienkreisen, daß diese sich grade eines solchen Aperçus bemächtigten, um ihren Spott daran zu hängen. In Wahrheit weiß jeder Chemiker, welche Rolle der Kohlenstoff wirklich in der Chemie des organischen Lebens spielt, und daß der Schritt nur sehr klein ist, zu sagen, in ihm stecke das ganze Geheimnis des Lebens. Es fragt sich nur, ob wir mit dem einfachen Aussprechen nun auch den Weg finden, den Dingen wirklich näher zu kommen und ein Bild zu gewinnen von der intimeren Natur dieses Kohlenstoffs als Lebenselement oder weiter überhaupt der Elemente im Protoplasma in ihrem Verhältnis zum Leben. Hier ist nun die Ansatzstelle, wo gewisse spekulative Untersuchungen über die Natur der Elemente neuerdings der Theorie entgegenzukommen schienen und zum mindesten sehr interessante Spekulationen gezeitigt haben.

Für den Chemiker von heute ist ja allerdings, wie oben gesagt, mit dem Begriff des Elements vorerst praktisch die Thür verschlossen. Zerlegung der Elemente in noch einfachere Grundstoffe ist bis jetzt nicht möglich. Das uralte Problem der Alchimisten, etwa Eisen in Gold zu verwandeln, ist auch bisher nicht gelöst. Aber die Spekulation, die über Retorte und Ofen hinausgeht, hat deshalb keine Veranlassung, sich die Flügel voreilig beschneiden zu lassen. Es ist heute bereits eine den Jahren nach alte Hypothese, daß die sämtlichen Grundstoffe Kinder eines einzigen Urelementes seien. In neuerer Zeit ist der Gedanke aber erst eigentlich plausibel umrissen worden. Der Astronom Norman Lockyer wies in Untersuchungen, die allerdings eine große Polemik hervorgerufen haben

und jedenfalls nicht in allen Einzelheiten maßgebend sind, darauf hin, daß bei höheren Temperaturgraden einige Elemente so sehr ihre Eigenschaften veränderten, daß man an eine Zersetzung in einfachere Urbestandteile glauben müsse. Wie es sich nun mit dem angeblich bereits erzielten wirklichen Nachweis dieser Dinge verhalten möge: jedenfalls steht der Spekulation eine so große Anzahl kosmischer Analogien zu Gebote, daß ähnliches sehr wohl möglich wäre. Der Leser erinnert sich aus dem ersten Bande der eigenartigen Kette von Spektren der Himmelskörper je nach dem Grade ihrer Verdichtung und Abkühlung: zuerst bloß zwei oder drei Stoffe, vor allem Wasserstoff in den Nebelflecken, dann zunehmende Mengen von Elementen in den Fixsternen, bei denen aber doch auch noch fremdartige sich fanden, wie das Helium und Coronium der Sonne, endlich auf den roten Sternen die ersten chemischen Verbindungen der bekannten Elemente. Es läge nahe, diese Kette so zu fassen, daß, wie beim roten Stern die erste chemische Verbindung der Elemente untereinander, so beim gelben und weißen überhaupt erst mit abnehmender Hitze die erste tiefere Sonderung der Elemente selbst stattfände, während der Nebelfleck nur erst ein paar getrennt zeigte und ein hypothetisches, noch früheres Stadium vielleicht bloß einen Urstoff weisen würde. Der Gedanke könnte aufblitzen, daß es hier einmal mit Hilfe der Spektralanalyse der Gestirne glücken könne, einen wahrhaftigen Stammbaum der Elemente, abhängig von Temperaturverhältnissen, aufzudecken. Eigentümlicherweise haben sich nun neuerdings auch in der Spezialerforschung der irdisch gegebenen Elemente hinsichtlich ihres Gewichtsverhältnisses zu einander sehr bemerkenswerte Hinweise auf einen solchen Stammbaum gefunden. Die Sache wurde ungemein anregend, da sie gleichzeitig praktische Erfolge der unerwartetsten Art lieferte. 1869 stellte Mendelejeff ein natürliches System der Elemente nach ihrem Atomgewicht auf, wobei sich eigenartige Reihen ergaben, die im ganzen so merkwürdige Regelmäßigkeiten zeigten, daß einige klaffende Lücken die Meinung weckten, hier fehle bloß ein Element in unserer zufälligen Kenntnis. Ziemlich sicher ist ja nach unseren neueren Erfahrungen, daß wir lange noch nicht allen irdischen Elementen auf der Spur sind. So konstruierte Mendelejeff einige hypothetische Elemente, und der Erfolg war so sehr auf seiten seiner kühnen Spekulation, daß zwei davon wenig später allen Ernstes entdeckt wurden, — genau fast mit dem Gewicht, auf das die Lücke in der Kette hatte raten lassen. Von Gustav Wendt und Wilhelm Preyer wurde dann das Mendelejeff'sche System erweitert zu einem wirklichen Stammbaum der Elemente. Von Wendt wurden sieben Hauptstämme aufgestellt, in denen jedesmal das Element mit niedrigstem Atomgewicht das älteste, der Urahne der übrigen sein würde. Preyer fügte noch allerlei Nebenreihen ein mit mancherlei vorläufigen Lücken, bei denen die entsprechend beschaffenen Elemente noch

zu entdecken sind. Was uns nun in unserem Zusammenhange hier wesentlich aus dem Ganzen interessieren muß, ist der Umstand, daß in diesem hypothetischen Stammbaum grade die 14 Elemente des Lebens (mit einer leichten Schwierigkeit nur bei einem, dem Eisen) direkt an



Wilhelm Preyer.
Nach einer Photographie von W. Höffert in Berlin 1893.

den Wurzeln jener sieben Stämme oder doch sehr nahe bei ihnen stehen; vier, darunter der wichtige Kohlenstoff, stehen genau an der Wurzel. Mit anderen Worten heißt das: die zum Leben nötigen Elemente gehören zu den wahrscheinlich ältesten der Welt, den Urahnen der anderen.

Und hier ist denn der Punkt, wo Ideen Preyers (zum Teil angeregt durch Fechner) eingesetzt haben, denen zum mindesten der Reiz einer sehr geistreichen Hypothese zuerkannt werden muß. Die gangbare Urzeugungslehre will, daß das „Leben" ein spätes Produkt der Entwickelung sei, entstanden erst, als die Glut der Erdoberfläche sich so weit gemildert hatte, daß das Protoplasma, wie wir es kennen, existenzfähig wurde. Preyer und Fechner schließen genau umgekehrt. Leben existierte schon in ältester Zeit, es steht am Anfang aller Entwickelung.

In den Glutzeiten der Erde haftete es an gewissen, dieser Glut angepaßten Stoffgemengen, die damals dem entsprachen, was heute das Protoplasma ist. Als die Glut schwand, entwickelte sich aus jenen in fortschreitender Anpassung das heutige Protoplasma, ohne die Lebenseigenschaften einzubüßen. Hören wir (mit einigen Kürzungen) das Detail dieser eigentümlichen Hypothese in den eigenen Worten Preyers, wie er sie ihm in seiner ersten ausführlicheren Darlegung geliehen („Naturwissenschaftliche Thatsachen und Probleme", Berlin 1880. S. 52 ff.):

„Wenn man alle Unterschiede, welche die früheren und gegenwärtigen diesem Gegenstande zugewendeten Forscher zwischen lebenden Organismen und anorganischen Naturkörpern gefunden zu haben glauben, sorgfältig prüft, so ergiebt sich, daß nur ein einziges Merkmal wirklich Stich hält, und zwar ist dasselbe durch die Thatsache gegeben, daß alle lebenden Wesen nur von anderen lebenden Wesen abstammen, das heißt: eine Entwickelung durchmachen. Alle anderen Unterschiede sind hinfällig. Eine bündige Revision der wichtigsten zeigt leicht weshalb. Zuvörderst kann man nicht sagen, das Wachsen, welches eine Zeit lang alle Organismen zeigen, komme ihnen allein zu, denn auch Krystalle wachsen, und man kann sie wachsen sehen, sogar die Geschwindigkeit ihres Wachstums messen, wenn man sie aus ihren Lösungen sich bilden läßt. Sodann hat man gemeint, die Bewegungen der Organismen fänden aus inneren Anlässen statt, während jede Maschine, eine Mühle, eine Uhr oder was immer für ein sich bewegender Apparat nur durch äußere Einflüsse in Thätigkeit versetzt werden kann. Aber man übersah, daß auch sämtliche Organismen aufhören zu leben, sowie man sie der Einwirkung äußerer Einflüsse, namentlich der warmen Luft und dem Wasser entzieht. Dann steht die vermeintlich selbständige Bewegung der Lebensmaschine still. Die inneren Anlässe bedürfen der äußeren Einflüsse. Ferner ist geltend gemacht worden, daß für das Lebendige die ununterbrochene Bewegung unerläßlich sei, während die Uhr, auch wenn sie stille stehe, eine Uhr bleibe, die nur aufgezogen zu werden brauche, um dann weiter zu arbeiten. Auch dieses trifft nicht zu, da es unzählige Organismen giebt, die wie die Uhren jahrelang leblos stillstehen und weiter arbeiten, wenn man sie aufzieht: anabiotische Organismen. Auch das Fortpflanzungsvermögen

der lebenden Wesen kann keinen durchgreifenden Unterschied abgeben, weil ein Unterschied zwischen lebenden Organismen und Maschinen aus organischen Teilen ausnahmslos für jeden einzelnen Körper gelten muß. Es ist aber bekannt, daß sehr viele Organismen das Fortpflanzungsvermögen nicht besitzen, vom Maultier angefangen bis hinab zu den kleinsten Tieren. Die Ameisensklaven sind Repräsentanten zahlreicher Insekten, die sich nicht fortpflanzen können, weil ihnen die Instrumente dazu fehlen. Ein anderes Unterscheidungsmerkmal sollte die Fähigkeit aller lebenden Wesen abgeben, fremde Körper in sich aufzunehmen, welche sie dann in eigene Körperbestandteile in ihrem Innern verwandeln oder assimilieren. Selbst Brücke, der die bisher aufgezählten Unterschiede, so wie es hier geschehen, verwirft, sieht in dem ausnahmslos jedem lebenden Körper eigenen Assimilationsprozeß einen durchgreifenden wesentlichen Unterschied desselben von den anorganischen Körpern. Aber man findet den Vorgang der Assimilation allenthalben in der Natur. Der dem Gletscher entströmende Sturzbach, durch die Thäler hinabgleitend, assimiliert die löslichen Teile der Ufer, die er, das Land zerfressend, sich, auch wenn sie felsig sind, nach und nach aneignet. Und dann: Was ist anderes als eine Assimilation das Einsaugen des Regens von seiten der durstigen Erde? Und die atmosphärische Luft, assimiliert sie nicht fortwährend überall auf der Erde alles, was flüchtig ist, Gase, Dämpfe, Rauch der mannigfaltigsten Art? Und sie behält doch immer durch ihre Strömungen sehr nahe dieselbe Zusammensetzung im ganzen. Sie regeneriert sich. Der tierische und pflanzliche Stoffwechsel ist durchaus nicht identisch mit dem der Luft und der verwitternden Gesteine, aber ein Stoffwechsel, eine Assimilation und Rückbildung ist überall, wo Körper sind, und darin ein wesentlicher Unterschied zwischen belebt und anorganisch nicht zu finden. Die Geschwindigkeit und Größe des Stoffwechsels sind sehr ungleich, aber auch bei Pflanzen und Tieren sehr ungleich. Außerdem suchte man in der Beendigung des individuellen Lebens durch den Tod ein Kriterium. Aber sterben nicht auch die Maschinen? Wenn sie abgenutzt sind, werden sie arbeitsunfähig, wie die Organismen, und schließlich hat jedwedes Ding, das einen Anfang gehabt, auch ein Ende. Nicht einmal die geringere Dauer des Lebens der Organismen giebt einen graduellen Unterschied ab. Denn man kennt Riesenbäume, die, mehrere Jahrtausende alt, das Entstehen und Vergehen ganzer Landstrecken und Inseln erlebten; und andererseits giebt es im anorganischen Gebiet genug ephemere Existenzen, die, wie der Schnee und die Wolken, an bald vorübergehende Erscheinungen gebunden sind.

Kaum lohnt es noch, andere vermeintliche Unterschiede zu erwähnen, denn keiner hält Stich. Nur zweier sei noch gedacht. Man weiß, daß alles Leben der Tiere und Pflanzen an sehr bestimmte äußere Bedingungen gebunden ist: eine gewisse Temperatur und Luftbeschaffenheit,

Nahrung und Wasser müssen da sein; aber die Existenz der Maschinen ist an ganz ähnliche Bedingungen gebunden. Die Lokomotive wird oft genug als Beispiel citiert: sie bedarf desselben Sauerstoffs und Wassers wie wir, auch ihre Nahrung enthält Kohlenstoff wie unsere, und auch sie bedarf der Wärme. Wollte man endlich im Empfindungsvermögen einen prinzipiellen Unterschied finden, indem man allen Organismen, auch den Pflanzen, dasselbe zuschriebe, so antworten wir, daß in diesem Falle nicht der mindeste Grund vorliegt, es den Steinen abzusprechen und zu sagen, der stoßende Stein empfinde Lust, der gestoßene Unlust. Von dieser Seite ist am wenigsten eine Entscheidung herbeizuführen, auch nicht durch Heranziehung des Reizbegriffes; denn die auf die Empfindungen folgenden und die unmittelbaren Bewegungen der Organismen oder ihrer Teile, welche sämtlich nur auf Reize eintreten, sind nichts als Lage- und Formveränderungen, die mittelbar oder unmittelbar infolge von Zustandsänderungen der Umgebung geschehen. Alle Bewegungen der anorganischen Körper aber treten gleichfalls nur ein, wenn in ihrer Umgebung Zustandsänderungen sind. Und in beiden Gebieten wird die Massenbewegung erst möglich, wenn die Zustandsänderung eine gewisse Geschwindigkeit besitzt. In letzter Instanz ist jeder Reiz eine Geschwindigkeitsänderung. Man darf nur nicht wähnen, mit den Worten „Reiz“ und „Empfindung“ und „willkürliche Bewegung“ sei bereits ein Lebensmerkmal gegeben. Es ist ebensowenig der Fall, wie bei den Worten „Atmung“ und „Ernährung“. Leicht ließe sich an einer Reihe von Beispielen zeigen, wie alle bekannten, im lebenden Protoplasma und dadurch in allen Organismen stattfindenden Vorgänge außer der Entwickelung (der Differenzierung) — also die Strömungen, Stoffwanderungen und -wandlungen bei der Ernährung und Atmung, die Wärmeentwickelung, die Gestaltänderungen, das zeitweilige Wachstum, die Teilung und der Tod — auch in Systemen anorganischer Körper sich wiederfinden.

Ein naheliegendes Beispiel ist das Meer, welches dieselbe Luft einatmet wie wir, vielerlei Dinge als seine tägliche Nahrung in sich aufnimmt und assimiliert, indem es sie auflöst, so daß sie konstante Meeresbestandteile werden. Auch das Meer kann als solches nur innerhalb enger Temperaturgrenzen bestehen, denn wenn es bei zu großer Abkühlung fest wird, zu großer Wärme verdampft, so erlischt sein Leben. Strömungen zeigen auch die Oceane im Innern. Flüsse führen ihnen Wasser zu wie Adern den nährenden Saft in die Körperteile. An den Strand werden die Auswürflinge des Meeres, seine toten Teile, das Eis, Edukte und Produkte seines Stoffwechsels geworfen. Es produziert durch die Reibung seiner Wassermassen aneinander Wärme, und es verschluckt, wenn es kälter als die Luft ist, deren Wärme. Es erzeugt sich immer aufs neue, wie Protoplasma. Und wie dieses, so verändert der Ocean fortwährend seine

Gestalt. Er bewegt sich, wie die Organismen, auch periodisch. Ihm ist der Reiz die Anziehung des Mondes und der Sonne, welche den Wechsel der Ebbe und Flut, gleichsam den Herzschlag der Erde, im Gang hält. Ob sie empfindet, sagt uns freilich die schäumende Woge nicht in der donnernden Brandung, verschweigt uns auch das leise atmende, schlafende Meer, in dem die Sterne sich spiegeln. Aber wir wissen auch nicht, ob die Rose es fühlt, wenn sie aufblüht.

Die komplizierte Struktur ist allen Körpern eigen. Schon durch die Konstanz gewisser Strömungen, konstante Druck- und Temperaturunterschiede werden die Teile des Oceans ungleich, sein Luft- und Salzgehalt verschieden, und wenn man dem organlosen, fließenden, formlosen Protoplasma den Namen Organismus giebt, so muß man auch das Meer so nennen. Zieht man es vor, die veränderlichen protoplasmatischen Ausläufer, welche Körnchen aus der Umgebung in das Innere ziehen, Organe zu nennen, so werden auch die Felsen abschleifenden und Schiffe verschlingenden Wogen des Meeres Organe heißen müssen. Kurz, es ist schlechthin unmöglich, eine allgemeine Eigenschaft oder Funktion, die wir allen Organismen, den niedrigsten wie den höchsten, ohne eine einzige Ausnahme, zuzuerkennen gezwungen sind, namhaft zu machen, welche nicht auch mindestens einem für anorganisch erklärten Körperkomplexe zuerkannt werden könnte. Der Unterschied ist nur quantitativ. Ein prinzipieller Unterschied existiert allein in Bezug auf den Anfang. Denn ein Meer ließe sich aus seinen Bestandteilen durch Mischung zusammensetzen, ein Organismus nicht. Anorganische Körper der mannigfaltigsten Art können direkt zusammengesetzt werden aus Dingen, die ihnen völlig unähnlich sind. Feste Krystalle entstehen, wo die in allen ihren Teilchen vollkommen flüssige Lösung verdampft. Das Steinsalz bedarf nicht des Steinsalzes als eines Vorfahrs, um da zu sein, vielmehr setzen wir es künstlich zusammen aus Chlor und Natrium, die ihm ganz unähnlich sind. Alle Organismen aber stammen zunächst ab von Körpern, die ihnen ähnlich waren. Jedes Protoplasmakügelchen bedarf eines lebenden Körpers, der ihm ähnlich war, als seines nächsten Ahnen, um da zu sein. Keine Pflanze, kein Tier ist — erfahrungsmäßig —, ohne daß andere, ihnen ähnliche Organismen vor ihnen waren. Verfolgen wir also rückwärts, in die Vergangenheit schreitend, die Ahnenreihe des niedersten Tieres, der niedersten Pflanze, so finden wir zuerst ihnen sehr ähnliche, sich bewegende Gemenge von festen und flüssigen und gasigen Körpern, die aber ebenso in einigen Punkten von ihnen verschieden gewesen sein müssen, wie die Eltern von den Kindern überhaupt in vielen Eigenschaften verschieden sind. Jene Vorstufen hatten wieder ihnen ähnliche Vorstufen, die wieder in einigen Punkten unähnlich ihren Vorfahren und Nachfahren waren, und so gelangen wir

schließlich durch **Summierung der vielen kleinen Unähnlichkeiten** zu lebenden Körpern, die von den gegenwärtigen niedersten Lebensformen ebenso verschieden sind, wie der winzige Protoplasmaball, den wir das menschliche Ei nennen, von dem aus ihm sich entwickelnden Manne. Nun kommen wir aber, immer tiefer in die Vergangenheit der Erdgeschichte dringend, an eine Zeit, wo die Hitze, welche schon durch die Kontraktion des sich abkühlenden Planeten entstehen mußte, auch an der Oberfläche desselben so groß war, daß überwiegend heiße Gase und Flüssigkeiten und weniger feste Körper (wie der Kohlenstoff) da waren. Die Organismen dieser Zeit nicht mehr lebend zu nennen, haben wir kein Recht. Denn das organische Sichbewegen, Leben genannt, und das anorganische Bewegtwerden der Körper sind nur, wie soeben hervorgehoben worden, quantitativ, intensiv oder graduell nicht in ihrem innersten Wesen verschiedene Erscheinungsweisen der Bewegung überhaupt, das jetzige Leben der Erde nur eine besondere Art der Bewegung, sehr komplizierte, in kleinem Raume ineinander greifende Vorgänge.

Anerkennt man demnach die verwickelte Bewegungsgesamtheit der Erde, ehe sie von Pflanzen und Tieren bewohnt war, als Lebensthätigkeit, so ist das Problem von dem Ursprunge der sich bewegenden und bewegt werdenden Körper, die wir Pflanzen und Tiere nennen, richtig gestellt, wenn wir nachweisen können, daß das Leben der feurigflüssigen Teile des mit einer glühenden Atmosphäre umgebenen Erdballes durch die Strömungen, den Stoffwandel, Temperaturwechsel u. s. w. zuerst zur Ausscheidung aller derjenigen anorganischen Körper führen mußte, welche wir jetzt als tote in und auf der Erde finden, ohne Spuren von tierischem und pflanzlichem Leben in und an ihnen zu entdecken, also namentlich zur Ausscheidung der schweren Metalle. Die diese letzteren ausscheidenden Aggregate waren ehedem die lebenden Organismen. Notwendig mußten sie an der Oberfläche der im kalten Weltraum allmählich erkaltenden Erdkruste sich immer mehr verdichten, verändern und die von ihnen selbst ausgeschiedenen, erstarrten Produkte ihre eigene intensive Lebensbewegung wesentlich hemmend beeinflussen. Ferner: die vor dem Auftreten der Pflanzen und Tiere vorhandenen lebenden Komplexe, Flüssigkeiten und Luftmassen, mit den abgekühlten Ausscheidungsprodukten früherer feuriger Lebensbewegung vermengt, müssen dann zu weniger beweglichen, weil selbst kühler werdenden Emulsionen sich verdichtet haben, welche wahrscheinlich noch neben Sauerstoff reichlich Kiesel enthielten und mit dem, was man jetzt Protoplasma nennt, kaum eine andere Ähnlichkeit hatten, als daß sie atmeten, sich ernährten, sich teilten. Dann erst, als auch diese Kombinationen im Laufe der Zeit an der Oberfläche der Erdkugel erstarrten, d. h. starben und ausstarben, kamen Verbindungen der bis dahin noch gasig und tropfbar-flüssig gebliebenen Elemente zu stande, die nun nach und nach dem **Protoplasma**, der Basis

des Lebendigen unserer Tage, immer ähnlicher wurden. Immer kompliziertere Verbindungen, chemische Substitutionen, immer dichtere Körper, immer mehr verwickelte, ineinander greifende Bewegungen sich näher aneinander lagernder Teile mußten mit der Temperaturabnahme und Verminderung der Dissociationen eintreten, und hierbei erst konnten die durch die fortschreitende Differenzierung möglichen, sich gleichenden Anfangsformen des Pflanzen- und Tierreichs von Dauer sein. Wir sagen also nicht, daß das Protoplasma als solches vom Anfang der Erdbildung an war, auch nicht daß es als solches anfanglos anderswoher von außen aus dem Weltraum auf die abgekühlte Erde einwanderte, noch weniger, daß es sich aus anorganischen Körpern auf dem Planeten ohne Leben zusammengesetzt habe, wie es der Urzeugungsglaube will, sondern wir behaupten, daß die anfanglose Bewegung im Weltall Leben ist, daß das Protoplasma notwendig übrig bleiben mußte, nachdem durch die intensivere Lebensthätigkeit des glühenden Planeten an seiner sich abkühlenden Oberfläche die jetzt als anorganisch bezeichneten Körper ausgeschieden worden waren, ohne daß sie wegen fortschreitender Temperaturabnahme der Erdhülle in die nach und nach auch an Masse abnehmenden heißen Flüssigkeiten wieder eintreten konnten. Die schweren Metalle, einst auch organische Elemente, schmolzen nicht mehr, gingen nicht wieder in den Kreislauf zurück, der sie ausgeschieden hatte. Sie sind die Zeichen der Totenstarre vorzeitiger, gigantischer, glühender Organismen, deren Atem vielleicht leuchtender Eisendampf, deren Blut flüssiges Metall und deren Nahrung vielleicht Meteoriten waren."

So weit Preyers Ausführungen. An anderen Stellen hat er sie noch mit mancherlei geistvollen Details ergänzt, — eine ganz ausführliche Darlegung steht aber noch aus. Erst wenn sie erschienen, wird sich der ganze Umfang der Hypothese überblicken und damit ihr voller Wert kritisch erörtern lassen. So viel wird der Leser durchgefühlt haben, daß auch die Preyer'sche Lehre keineswegs leugnet, daß zu jener entscheidenden Zeitenwende, als die Erdrinde einen gewissen Grad von Abkühlung erlangt hatte, ein erstes rein natürliches Entstehen des uns heute allein bekannten Lebensstoffes, des Protoplasma, stattgefunden habe. Sie verwirft also den mystischen Eingriff ebenso energisch wie Häckel und Nägeli und hält auch die Meteoritenhypothese nicht für notwendig. Nur darin geht sie weiter, daß sie dem Wörtchen „natürliches Entstehen" auch hier eine konsequente Fassung giebt im Sinne einer langsamen Entwickelung aus bereits früher vorhandenen Lebensstoffen anderer Art, die innerhalb der Glutzeit der Erde in ihrer Art das vertraten, was vom Momente der Abkühlung ab das gegenwärtige Protoplasma vertritt.

Es genügt für unseren Zusammenhang vollkommen, wenn man sich den Gedanken auch in diesem Sinne theoretisch vorerst offen läßt. Für den praktischen Zweck einer Entwickelungsgeschichte der Erde, wie sie uns

hier beschäftigt, bleibt die Sache sich dabei ja doch insofern gleich, als wir, gezwungen nun einmal für unser menschliches Bedürfnis Abgrenzungen und Unterscheidungen innerhalb einer einheitlichen, in ewig ruhelosem Fluß befindlichen Natur zu machen, die systematische Grenze für die zeitliche Dauer der uns bekannten Biosphäre der Erde doch nach wie vor da ansetzen werden, wo zuerst die äußeren Temperaturbedingungen für unser heutiges Protoplasma gegeben waren. Wohlverstanden: die systematische Grenze. Würden wir den ganzen Prozeß im Detail verfolgen können, so ist es in höchstem Grade wahrscheinlich, daß wir irgendwann einen eigentlichen Moment des Übergangs, also eine positive „Urzeugung“ im groben Sinne ebensowenig nachweisen könnten, wie wir ihn finden würden beim Übergang etwa der menschenähnlichsten Tierformen in den wirklichen Menschen oder auch, um ein nächstes Beispiel zu nehmen, bei der Umwandlung des Kindes zum Jüngling, des Mannes zum Greis, für die wohl keiner aus seinem Leben Tag und Stunde wissen wird. Deshalb hat aber der Übergang, in tausend unmerkliche Einzelnuancen zersplittert, in den letzten Fällen doch allen Ernstes stattgefunden, und so hat es entsprechend wahrscheinlich auch eine langsame erste Protoplasmazeugung gegeben, die, im Schema des Ganzen zusammenfassend ausgedrückt, den Namen „Urzeugung“ immerhin behalten mag, wenn auch der Leser aus dem ganzen Voraufgehenden gemerkt haben wird, daß dieses Wörtchen gar nicht weit genug verstanden werden kann.

Wenn niemals kosmische Lebenskeime nachgewiesen werden sollten, — wenn auch in aller Folge der Nachweis eines noch jetzt fortdauernden Umwandlungsprozesses anorganischer Stoffe in lebende Organismen auf der Erde mißlingen sollte (Preyers Theorie fordert ja solches Mißlingen gradezu!), so ist es wenig wahrscheinlich, daß wir jemals eine direkte Anschauung davon gewinnen werden, wie der Anfang des an unser Protoplasma gebundenen Lebens auf der Erde sich vollzogen hat. Aber die Reihe geistvoller Vermutungen, denen wir in diesem Kapitel gefolgt sind, beweist zur Genüge, daß deshalb hier noch lange kein steriles Feld beginnt. Angesichts der Fülle von Denkmöglichkeiten über einen rein natürlichen Ausgangspunkt der Protoplasma-Entwickelung auf Erden, deren höchste Krone wir Menschen selbst sind, können wir, denke ich, ganz getrost unsere anfängliche Frage bejahen: ob wir wohl ermächtigt seien, die organische Entwickelungskette, die uns im folgenden beschäftigen soll, anzugliedern an die kosmische und anorganisch-irdische, der wir im ersten Bande gefolgt sind? Es liegt keinerlei Grund vor, einen groben Schnitt zwischen beiden Reihen anzunehmen, so lange auch nur irgend eine jener Hypothesen unwiderlegt bleibt, — womit an sich ja keineswegs gesagt ist, daß nicht aus dem großen Rätselschleier, der den Kern des wissenschaftlichen Lebensproblems heute unbedingt für uns noch umhüllt, in kommender Zeit

Erscheinungen der unerwartetsten Art sich heraufheben könnten, um dem „Wie“ jener Verkettung eine ganz neue und überraschende Lösung zu verleihen weit über unseren schwachen Hypothesenkreis hinaus. Auch die Zukunft will, wie ihre Arbeit, so ihre Belohnungen haben, — und unser eigenes Gebiet ist wahrlich reich genug, als daß wir sie ihr mißgönnen sollten.

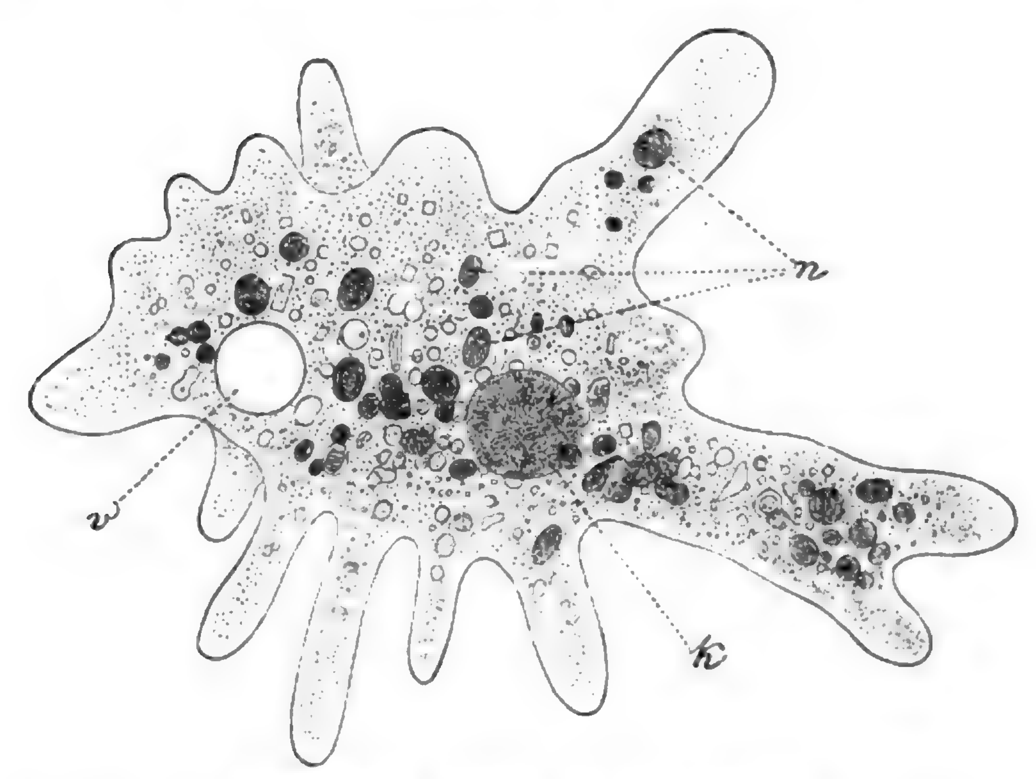
Die Grundthatsachen der Entwickelung
in der organischen Welt.

Eine kleine Schlammprobe vom Grunde irgend eines Teiches, mit einem Glasröhrchen aufgefangen und unter das Mikroskop gebracht, liefert uns leicht eine Anzahl winziger Schleimkörperchen von der Art der umstehend abgebildeten Amoeba proteus.

Jedes dieser Körperchen lebt.

Es bewegt sich vorwärts, indem es seine formlose Gallertmasse gliederartig ausstreckt und wieder zurückzieht. Es zeigt Spuren eines Empfindungsvermögens, indem es Hindernissen ausweicht, auf Wärmereize reagiert u. s. f. Es nimmt Nahrungsstoffe auf, d. h. mit dem ganzen Körper an beliebigen Stellen auf, verdaut sie ebenso, ohne ein besonderes Verdauungsorgan zu besitzen, „im ganzen“ und stößt die unbrauchbaren Reste an nicht minder beliebigem Orte wieder aus. Es „stirbt“ gewaltsam, wenn man es beispielsweise einer Kälte von 45° C. aussetzt. Unter normalen Umständen aber stirbt es überhaupt eigentlich nicht, sondern es pflanzt sich nur fort; bei uns geht die Mutter, nachdem sie ihre Kinder geboren, früher oder später zu Grunde, und nur der Teil ihres Selbst, der jedesmal in das Kind übergegangen ist, die einzelne Zelle, die sich zur Zeugung von ihrem Eierstock gelöst hat, führt das Leben weiter; bei dem Schleimklümpchen der Amöbe zerfällt im Fortpflanzungsakt der ganze formlose Protoplasmaleib in zwei gleiche Stücke, von denen jedes gleichsam wieder Jugendkraft erwirbt und sich in der Folge abermals durch Teilung vermehren kann.

Unsere Amoeba proteus zeigt uns, wenn auch nicht die allertiefste, so doch eine dem Tiefsten äußerst nahe stehende Form der Lebewesen. Die Existenz eines unverkennbar sichtbaren Kerns rückt sie zwar schon etwas herauf, — deutet gewissermaßen den ersten Anlauf zu einer Organbildung, einer Sonderung innerhalb der gleichartigen Protoplasmamasse an, aber im allgemeinen kann sie doch als rechter Typus des

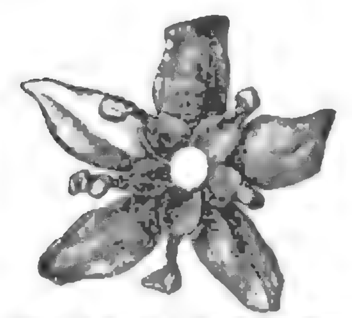
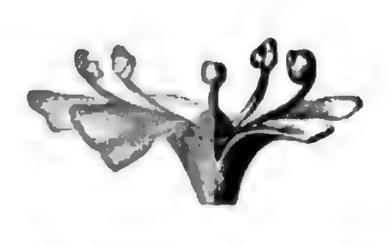


Ein einzelliges Urwesen (Amoeba proteus).

Das ganze Geschöpf besteht aus einem formlosen Protoplasmaklümpchen mit einem Kern (*k*). In der lebendigen Masse, die noch keine besonderen Verdauungsorgane besitzt, kreisen regellos die aufgenommenen Nahrungspartikelchen (*n*). Bei *v* befindet sich eine veränderliche, mit Flüssigkeit gefüllte Blase. Die natürliche Größe des hier stark vergrößerten Wesens beträgt etwa 0,2 mm.

Anfänglichen, des lebenden Geschöpfs, das aus *einer* Zelle bloß, und zwar einer äußerlich ganz formlosen Zelle besteht, gelten, — als absolut unbestrittener Typus zudem, dessen Anblick sich jeder, der im Besitze eines Mikroskops ist, mit der größten Leichtigkeit verschaffen kann.

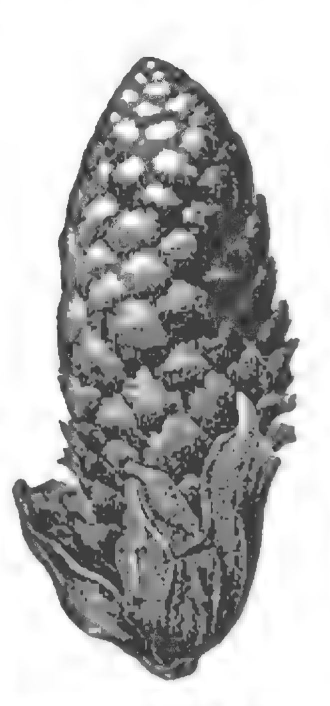
Von da sollen wir herauf bis zum höchsten Organismus, — bis zum großen, vieläſtigen Eichbaum mit seinen zahllosen grünen Blättern, deren jedes ein Komplex von einer Unmasse von Einzelzellen ist, bis zum Menschen, in dem jedes Organ Zelle an Zelle in unberechenbarer Masse zeigt und die Gesamtleistung dieser Zellenmilliarden sich zu jener gewaltigen Geistesäußerung erhebt, die rückschauend den ganzen Werdegang des Kosmos zu begreifen sucht! Die Urzeugungsfrage hat uns wahrscheinlich gemacht, daß, wie immer die erste Entstehung des uns bekannten, mit den Lebenserscheinungen behafteten Protoplasma auf der eben abgekühlten Erdrinde der Urzeit nun gedacht werden soll, sie auf alle Fälle nur denkbar sei als Entstehung erster *formloser und organloser Protoplasmamassen* noch jenseits jener kernhaltigen Amöbe. Die Amöbe wäre bereits ein primitives Entwickelungsprodukt. Und doch stellt sie erst eine *einzelne* Zelle dar, ohne besondere Atmungs-, Verdauungs- oder Empfindungsorgane. Welcher Weg thut sich da auf, wenn wir an wirkliche Entwickelung innerhalb der ganzen organischen Welt glauben sollen, — an einen reellen

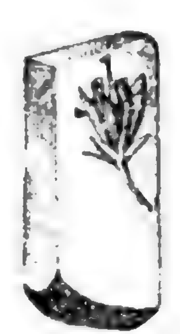




Blüte von Pentaphylax Oliveri *Conw.*; links im Bernstein in natürlicher Größe, rechts von oben und von der Seite in fünffacher Vergrößerung.

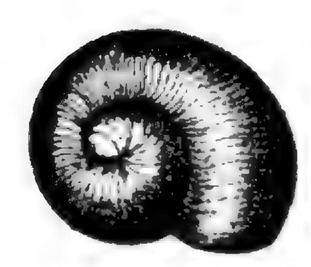


Männliches Blütenkätzchen einer Eiche (Quercus piligera) im Bernstein. (Natürl. Größe.)

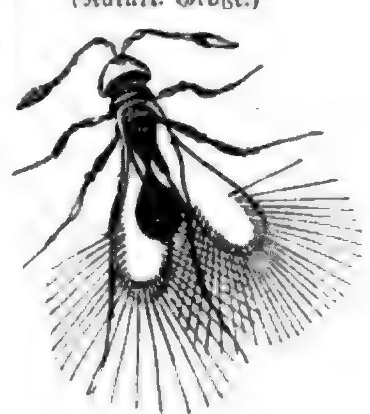




Blüte von **Billardierites longistylus** *Casp. emend.* im Bernstein. (Natürl. Größe.)



Männliche Blüte von **Pinus Reichiana** *Conw* im Bernstein. Rechts in natürlicher Größe, links fünffach vergrößert.



Schnecke der Gattung **Helix** im Bernstein. (Stark vergrößert, darunter in natürlicher Größe.)

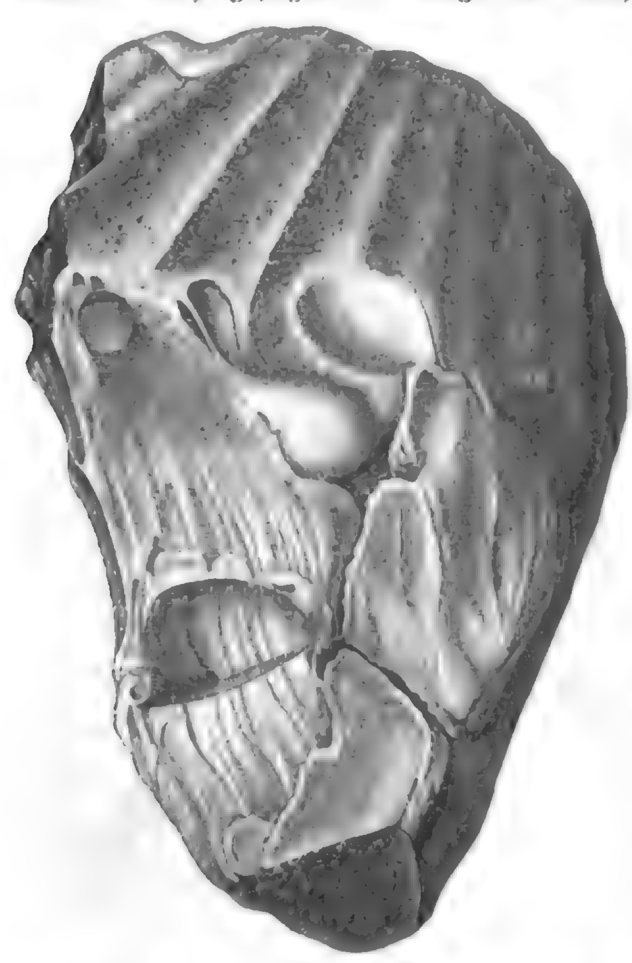
Beispiele der Konservierung von Pflanzenblüten und kleinen Tieren durch das erhärtete Harz des Bernsteins.

Mikroskopisch kleine Wespe (**Myrmar Duisburgi** *Stein*) aus ostpreußisch. Bernstein. (Sehr stark vergrößert, darunter bei *a* in natürl. Gr.)

Stammbaum, dessen Wurzel die Amöbe behauptet, an dessen äußerstem Ast aber das lichte Geistesschild des denkenden Menschen glänzt!

Eine ungemein einfache Methode zur Verkürzung scheint sich allerdings von selbst aufzudrängen. Haben wir nicht in den Resten der Vergangenheit einfach die direkten Zeugen dieser Umwandlung zur Hand? Wir betreten ein paläontologisches Museum. Paläontologie heißt

die Wissenschaft von den Tieren und Pflanzen der früheren Epochen der Erdgeschichte. Das Museum bietet uns die seltsame Hinterlassenschaft dieser vergangenen organischen Welt, sorgsam dem Erdenschoße, der sie so lange konserviert hat, entrissen, kunstvoll zusammengefügt, mit Namen benannt und in der Ordnung ihrer Zeiten aufgereiht. Es liegt eine eigentümliche Weihe über solchem Ort. Da ist der Schädel des Mammut, das unsere Urväter noch gejagt, ein Ungetüm, wohl vergleichbar unserm Elefanten, bloß mit noch weit kolossaleren Stoßzähnen. Da ist das verschobene, halb zertrümmerte und von der Last des zu Schiefer erhärteten alten Meeresschlammes breit gedrückte Beingerüst einer riesigen Fischeidechse, des Ichthyosaurus. In ihrer Nähe giebt es keine Menschenreste mehr und keinen Mammutkopf. Das ist die Tierwelt einer weit, weit früheren Zeit. Und doch wußte auch diese sich so treu im Gestein, als es noch weich war, abzuprägen, daß man oft meint, die sauberen Tafeln eines alten Kupferwerkes zu durchblättern. Hier erscheint der Silberflügel einer Libelle mit jeder Faser seines Aderwerks. Dort ist der zart gefiederte Wedel eines Farnbaumes unverkennbar gleichsam mit Naturselbstdruck auf die Platte gepreßt. Die braune Sepiaabsonderung des Tintenfisches hat, hart eingetrocknet, die Jahrmillionen so unzerstört überdauert, daß heute noch der Maler sich ihrer als Farbe bedienen kann, um den Umriß des Tieres selbst zu malen. Im Bernsteingold schweben, fest eingeschlossen, aber in nichts verändert, die Wespe oder das Blütenkätzchen einer Waldung, die seit ungemessenen Zeiten spurlos verschwunden ist. Diese Platte hier weist ein Stück alten Meeresufers: Du siehst die krause Spur, die der Wurm bei der Ebbe gezogen, die breiten Patschfüße, die das froschartige Amphibium hüpfend in den weichen Grund gequetscht, ja den Riß, den mit stärker brennender Mittagshitze die Sonnenwärme im austrocknenden Schlamme des Salz-



Beispiel der Konservierung durch das erhärtete Harz des Bernsteins:
Abdruck eines Palmenblattes.
(Natürliche Größe.)

tümpels erzeugt hat. Überall steht das Leben in bewegten Bildern vor dir. Dieser Vogel zeigt die Spuren, daß ihn irgend ein gefräßiger Räuber getötet und auseinandergezerrt. Hier im Leibe des Ichthyosaurus bergen sich noch die Jungen, die eben zur Welt kommen sollten, als ihr Schicksal die Mutter ereilt hat. Dieser Schädel des Riesenfaultiers weist die vernarbten furchtbaren Knochenwunden vom Aufschlagen eines stürzenden Baumstammes, an dem der Koloß sich wahrscheinlich allzu energisch emporgereckt.

Eine ungezählte Fülle prächtigster paläontologischer Museen birgt unsere Kulturwelt. Zahlreiche wundervolle Werke mit den schönsten und genauesten Zeichnungen verwerten ihre Schätze für die Wissenschaft.



Karl A. Zittel.
Nach einer Photographie von F. Müller in München.

Die allgemeine Übersicht, die unser größter Paläontologe Zittel und seine Mitarbeiter in dem Münchener „Handbuch der Paläontologie" als herrliches Denkmal deutschen Gelehrtenfleißes geliefert, füllt allein fünf dicke Bände und enthält doch lange noch nicht auch nur die einfache Aufzählung aller bekannten ausgestorbenen Arten. Über ein einziges kleines Versteinerungsgebiet, die Silurfauna Böhmens, hat Barrande 22 Quartbände mit 6000 Seiten Text und an 1200 Tafeln veröffentlicht.

So erscheint der Gedanke wirklich naheliegend, daß wir wohl ohne viel Theorie rein aus dem Gegebenen die weitere Linie der organischen Entwickelung ableiten könnten. Unsere Betrachtung in den folgenden Kapiteln wird uns eingehend darlegen, wieviel davon berechtigt ist. So viel läßt sich ganz allgemein vorausschicken, daß von einer völligen Enträtselung des tierischen und pflanzlichen Stammbaumes allein mit den Hilfsmitteln der Paläontologie vorläufig leider durchaus keine Rede sein kann, — in vielen Punkten wird es sogar, wie



Blick in ein paläontologisches Museum: eine Galerie des naturhistorischen Museums zu London.

In der Mitte gewahrt man das gewaltige Skelett eines Mastodon-Elefanten (*Mastodon americanus*). Nach einer Photographie.

wir jetzt schon ziemlich sicher behaupten können, niemals möglich sein. Die allgemeinen Gründe, die sich dafür anführen lassen, sind unwiderleglich und durchaus dem einfachen Sachverhalte entnommen. Verweilen wir, um uns das klar vorweg zu sagen, einen Moment dabei, wie Überreste von Organismen der früheren Zeit sich überhaupt erhalten konnten, und weiter: unter welchen Bedingungen solche Erhaltung schlechterdings unmöglich war, so daß krasse Lücken in der Überlieferung entstehen mußten, die eine direkte paläontologische Rekonstruktion des ganzen Stammbaums zum Unding machen.

Als oberste Sätze der ganzen Paläontologie lassen sich die drei folgenden aufstellen:

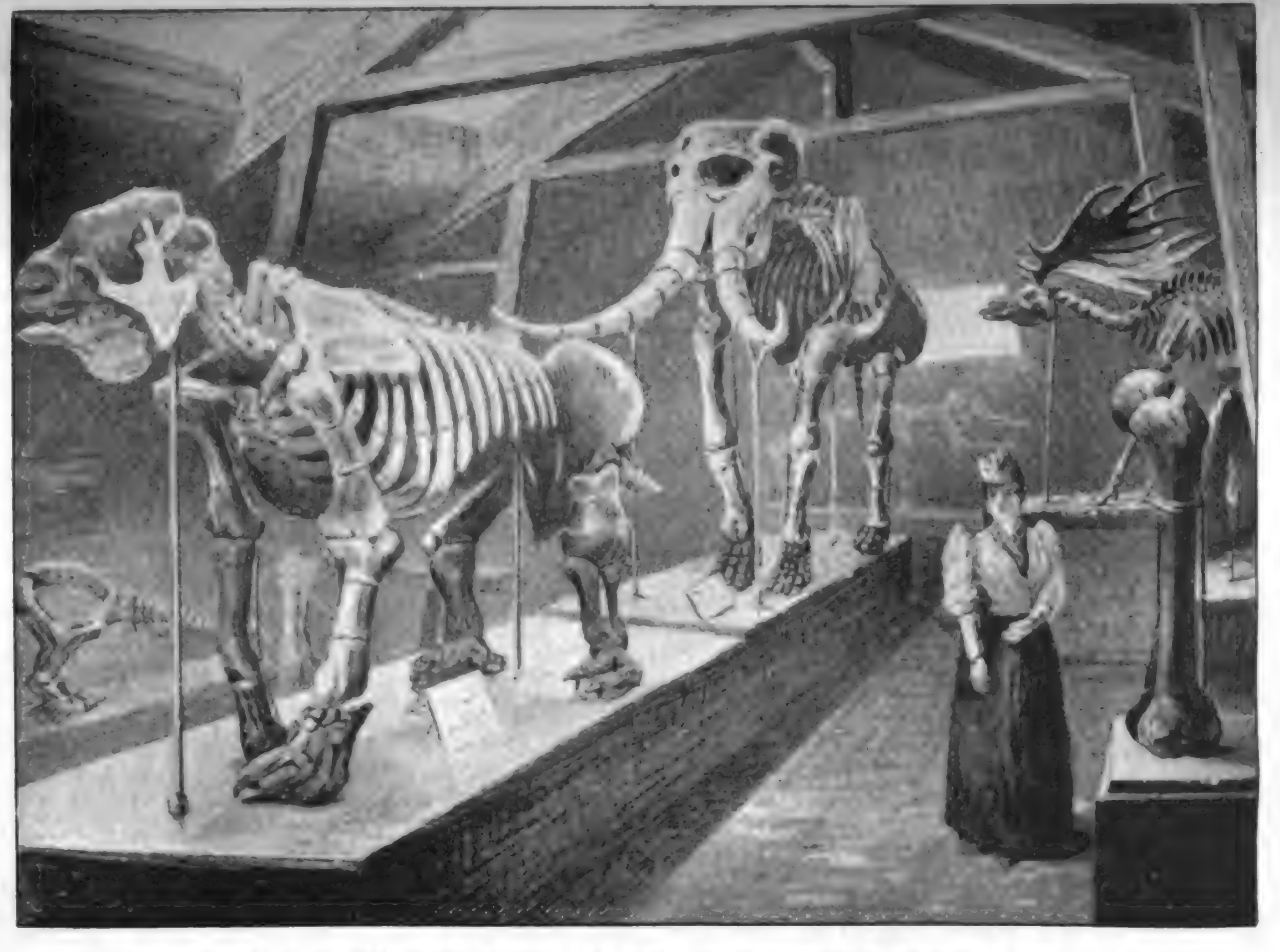
Nur ein beschränkter Teil der lebenden Wesen schließt überhaupt die Bedingungen für irgend eine Erhaltung nach dem Tode und Aufbewahrung für die Nachwelt in sich.

Auch von dieser Auswahl geeigneter Organismen gelangen in der Regel wiederum nur gewisse Teile ihres Körpers auf die Nachwelt.

Diese Teile selbst aber unterliegen durchweg mehr oder minder tief greifenden Umwandlungen im Laufe der Zeiten, teils innerlichen chemischen, teils äußerlichen mechanischen.

Wir alle wissen aus den trüben Bildern menschlichen Zerfalls, wie unerbittlich rasch der natürliche Verwesungsprozeß nach dem Tode mit allen weichen, der direkten Fäulnis ausgesetzten Teilen des organischen Leibes aufräumt. Nur die harten Teile, die Knochen, das Skelett widerstehen und scheinen eine gewisse Gewähr für die Forterhaltung bis auf späte Zeit zu bieten. Es ist vor diesem Bilde ein Leichtes, zu begreifen, daß z. B. schon die ganze Fülle der Tiere, die kein irgendwie widerstandsfähiges inneres oder äußeres Skelett besitzen, unter gewöhnlichen Umständen dem spurlosen Verschwinden in kürzester Frist rettungslos preisgegeben ist. Von der Teichmuschel fault das Tier selbst weg, aber die Schalen bleiben wenigstens, der Seeigel läßt seinen Stachelpanzer zurück; aber die nackte Weg-Schnecke, der durch und durch weiche Regenwurm, die wie Reif vor der Sonne zerschmelzende Qualle am Strande des ebbenden Meeres, das gallertige Protoplasmaklümpchen der winzigen Amöbe — sie besitzen so gut wie nichts, was sie hinterlassen sollten. Mit ihnen aber scheiden ganze formenreiche und für den gesuchten Stammbaum völlig unentbehrliche Abteilungen der Organismen einfach aus dem Material der Paläontologie aus. Sie können in zahllosen Arten und Milliarden von Individuen seit ältesten Tagen Meer wie Land belebt haben: der Paläontologe wird's nie erfahren.

Aber auch was an festen Teilen da, wo sie vorhanden waren, bleibt, muß zumeist noch, wenn ihm wirklich eine gewisse Dauer für die „Ewigkeit“ verliehen werden soll, tief eingreifende Verwandlungen sich gefallen lassen.



Blick in ein paläontologisches Museum: eine Galerie des naturhistorischen Museums zu Paris.

Im Vordergrunde gewahrt man das ungeheure Skelett des Riesenfaultiers (Megatherium americanum), dahinter ragt das Prachtstück der Sammlung, der Elephas meridionalis von Durfort, mit über 4 m Höhe. Rechts schaut der irische Riesenhirsch vor, ganz im Hintergrunde steht ein Mastodon mit vier Stoßzähnen. (Zum Teil nach Gaudry.)

Es ist an sich ja schon schlimm genug, daß die festen Stücke stets nur ein Bruchteil des ganzen Individuums sind, — oft, wie bei der Muschel, bloß das nebensächliche Gehäuse, und selbst beim Wirbeltier immerhin doch bloß das stützende Balkengerüst des Gesamtbaues. Selbst diese massiven Sachen erhalten wir aber, sobald es sich um alte Zeiten handelt, nicht mehr eigentlich als solche. Auch der harte Schädel, auch die solide Muschelschale widerstehen nämlich den weiter und weiter gedehnten Zeiten nur dadurch, daß sie eben wirklich „versteinern“. Man versteht unter einer echten Versteinerung thatsächlich nicht einen Knochen oder eine Schale, die, selbst noch in ihrer ursprünglichen chemischen Verfassung, bloß etwa in altem, zu Stein verhärtetem Schlamm wie in einer Schutzhülle eingekapselt liegt. Der wirkliche und allein eine Dauer versprechende Prozeß, sobald es sich um größere Zeiträume handelt, besteht darin, daß der „Stein“ positiv den Skelettrest oder die Muschel „erobert“. Widerstandsfähiger als die gallertige Protoplasmamasse der Weichteile, sind doch diese festen Stücke an sich dem langsamen Zerfall auch nicht entzogen. Nur zersetzen sie sich so gemächlich, daß es unter günstigen Umständen gewissen, chemisch aufgelösten Mineralsubstanzen sehr verschiedener Art möglich wird, gleich-



Muster einer Versteinerung:
eine Seelilie (Encrinus) der Trias-Formation.
(Tier aus der Gruppe der Stachelhäuter, das mit einem Stiel auf dem Meeresboden festhaftete.)

sam Punkt für Punkt den Ausfall zu ersetzen und schließlich an Stelle des alten, organischen Gebildes ein neues (wenigstens dem Stoff nach neues), echt „steinernes“ zu bringen, das doch in der Form bis in die feinste Struktur hinein dem andern gleicht. Vor allem ist es der kohlensaure Kalk, der in dieser Weise organische Reste „versteinern“ hilft. Sehr gut wirkt auch Kieselerde. Mit ihr durchsetzte Baumstämme behalten oft aufs schönste ihre feine Holzstruktur, während sie gleichzeitig eine Härte annehmen, daß der Stahl daran Funken schlägt, also echte „Steine“ geworden sind. Immerhin ist es aber doch ein Umwandlungsprozeß, der stattgefunden hat, und lange nicht in allen Fällen läuft er so glatt ab. Die feine Innenstruktur kann ebenso gut durch Krystallisationsprozesse vollkommen verdorben werden, so daß bloß der grobe Außenumriß noch die Tradition des Organischen roh bewahrt. Bei der Mehrzahl der urweltlichen Pflanzenreste tritt an die Stelle dieser Form der Mineralisierung ein anderer, die sogenannte „Verkohlung“, deren einzelne komplizierte Bedingungen uns später noch beschäftigen werden, die aber jedenfalls, wie der Anblick jedes Steinkohlenstückes zeigen kann, ebenso tiefgreifende Wandlungen einschließt und nur in besonderen Fällen die organische Herkunft überhaupt noch durch die Form ahnen läßt. Und so ist das Versteinern jedenfalls ein zweischneidiges Schwert. Auf der einen Seite ist es allerdings der entscheidende Kunstgriff, um uns direkte Kenntnis von Hartteilen uralter Organismen überhaupt noch zu ermöglichen. Auf der andern verwirrt es vielfach diese Kenntnis selbst wieder durch unberechenbare Eingriffe, wozu sich dann weiter noch das Gebiet der mechanischen Störungen gesellt: Pressung, Zerrung, Verschiebung der erhaltenen Umrisse durch den Druck und die (im Gefolge der Gebirgsbildung unablässig thätige) Beweglichkeit und Faltenbildung des um- und auflastenden Gesteins.

Nun giebt es allerdings eine Reihe gleichsam von Hilfsmöglichkeiten, die den Lücken und Schäden der direkten Versteinerung noch etwas Terrain abzugewinnen wissen, — kein allzu großes, aber doch etwas wenigstens. Wo die Gehäuse beispielsweise der Mollusken oder der Seeigel rascher verwittert sind, als die echte Mineralisierung vordringen konnte, da haben eindringende und umlagernde Schlammmassen erhärtend oft treffliche „Abgüsse“ und „Ausgüsse“ hergestellt, die uns die grobe Form wenigstens aufs beste wahren durften, — oft allerdings als harte Rätselaufgabe für die angehende Paläontologie, der z. B. die Innenausgüsse von Schneckengehäusen nicht gleich in ihrem Wesen einleuchten wollten. Wo die Verhältnisse ganz ungewöhnlich günstig lagen, da ließ es ferner die Natur auch wohl direkt zu einer Art von „Naturselbstdruck“ kommen, der dann allerdings gradezu alle Schranken durchbrechen und gelegentlich das vergänglichste Aderwerk eines Blattes, die feine Struktur eines Schmetterlingsflügels, ja schließlich gar den Glasleib einer im Seichtwasser strandenden

Qualle noch erkennbar zu überliefern vermochte. „Man braucht nur," sagt der scharfsinnige französische Paläontologe Saporta, „im Herbste die Augen auf einen Tümpel oder ein Wasserbecken zu richten, um sich Rechenschaft über die Art und Weise zu geben, wie die Dinge vor sich gingen. Die natürlich abgefallenen und von den Windstößen herbeigetriebenen Blätter sammeln sich in dieser Jahreszeit an der Oberfläche des Wassers. Sie schwimmen zuerst, werden aber bald durch Aufsaugung schwerer und sinken auf den Grund, wo sie sich mit großer Regelmäßigkeit ausbreiten. Die fossilen Blätter sind in den sie enthaltenden erhärteten Schichten ganz



Muster einer Anhäufung von sehr alten Versteinerungen:
Schalen von Seetieren (Muscheln, Brachiopoden u. s. w.) der Silur-Formation.

in derselben Weise geordnet, d. h. auf einer horizontalen Ebene ausgebreitet und nicht in Unordnung zusammengerollt, wie es der Fall wäre, wenn ein schneller Strom sie angeschwemmt hätte. Die Organe der Gewächse zersetzen sich schnell auf dem Grunde unserer Tümpel und Becken, und die zersetzten Massen mischen sich dann mit dem Schlamm; wenn aber eine noch so dünne Schicht von lehmigem Schlamm die Blätter bedeckt und sie den Ursachen der Zersetzung entzieht, welchen sie gewöhnlich ausgesetzt sind, so gestalten sich die Vorgänge in anderer Weise. Unter dem Schutze eines undurchdringlichen Absatzes werden die Organe langsam die Farbe wechseln und endlich in den Zustand eines kohligen Restes übergehen, der einen Abdruck hinterläßt, welcher die Spuren der feinsten Zeichnungen beibehält."

Es erhellt aus den Worten zur Genüge, daß solche Überlieferung zur Bedingung vollständige Ruhe hat und ganz besondere Lokalitäten braucht, also keine alltägliche sein kann. Immerhin besitzen wir beispielsweise für eine Phase der Jurazeit in den Sandsteinbrüchen von Solnhofen eine schier unerschöpfliche Fundquelle der Art, die gradezu alles konservieren konnte: Vogelfedern wie Libellenflügel und den Körper durchsichtiger Quallen. Es ist eine Ausnahme, der wir danken müssen, — aber leider eben doch eine Ausnahme. Für zahlreiche andere Epochen haben wir nicht den Schatten nur von etwas Ähnlichem. Andere für den Moment blendende Ausnahmen bieten die wundervoll in jedem Detail erhaltenen Blüten und Insekten des Bernsteins, eine ganze Flora und Kerbtierfauna aus Nadelholzwäldern der Tertiärzeit, die sich durch Einkleben in damals noch flüssiges Baumharz unvergängliche Balsamierung in krystallenen Särgen geschaffen, — oder die noch blutigen Mammut- und Rhinocerosleichen des sibirischen Eises, die einen zweiten Fall ganz absonderlicher und wohl nirgendwo wiederkehrender Art dauernder Mumificierung mit allen Weichteilen (durch Einfrieren) darstellen.

Ergänzen können diese speziellen Möglichkeiten wohl; die klaffenden Hauptlücken auszufüllen vermögen sie nicht. Es bleibt dabei, daß wir im allgemeinen bloß von einem beschränkten Organismenkreise sehr beschränkte Reste besitzen. Zu diesem Faktum gesellt sich aber nun sogleich eine Kette theoretischer Erwägungen, die erst recht eindringlich machen, wie groß die Lücken sein müssen auch noch aus andern Gründen. Daß ganze Tiergruppen bloß fehlen, weil sie skelettlos sind, ist gesagt. Aber es fehlen nicht minder von nahezu allen andern die wichtigen Jugendzustände. Jedes Wesen schlechtweg beginnt seine individuelle Bahn als amöbenartiges Schleimklümpchen. Die Jugendformen, die bei den höheren Tieren darauf folgen, sind zumeist auch noch mehr oder minder weich und somit vergänglich. Leider gehen uns mit ihnen aber grade die oft lehrreichsten Typen verloren. Wie schwach wäre beispielsweise unsere Kenntnis vom Leben des Schmetterlings, wenn uns die Raupe fehlte, vom Amphibium, z. B. dem Frosch, wenn wir niemals eine Kaulquappe zu Gesicht bekommen hätten!

Wie kolossal groß aber schon die Ziffer der vollkommen unzugänglichen Arten sein muß, ergiebt eine einfachste Schätzung am heutigen Bestand. Jetzt haben wir mindestens 200 000 Tierarten, d. h. die genau bestimmt sind, die Grenze ist damit sicher nicht erreicht. Versteinert kennen wir aus so viel Jahrmillionen mit so oft verwandelter Fauna noch nicht 50 000. Dabei gehen selbst von den Gattungen nur verschwindend wenige von den ältesten Zeiten an durch: in jenen fossilen Arten stecken also zweifellos Bruchstücke aus vielen Dutzenden einander sehr unähnlicher Faunen. Es spricht aber alles nur dafür, daß die absolute Art- und Individuenzahl wenigstens in den nicht allzu weit abliegenden Zeiten sich kaum verändert

haben: die zahllosen Ammonitenarten, die enormen Individuen-Massen der Mammute, Dinocerastiere, Ichthyosaurier u. a., die an gewissen Fundorten gedrängt beieinander liegen, ließen eher an frühere Mehrproduktion denken.

Wieviel muß da also für uns ausgefallen sein! Man kann sich der Vermutung nicht entschlagen, daß auch, abgesehen von den Weichtieren, lange Serien versteinerungsfähiger Tiere positiv nicht zur Versteinerung gelangt sind. Die Gründe dafür sind einleuchtend genug. Zunächst liegt die Hauptmasse dessen, was uns, wenigstens aus den alten und mittleren Perioden der Erdgeschichte, an tierischen Resten überliefert ist, in Ablagerungen des Meeres, — seien es nun Tiefseebildungen oder Ufersand und Uferschlamm der alten Oceane. Was auf dem Lande starb, das entging auch in seinen festen Teilen nur in äußerst seltenen Fällen der vollkommenen Verwitterung. Nun ist aber eine feststehende Thatsache, daß eine erdrückende Mehrzahl von Tierarten ausschließlich das Land (mit Einschluß des Süßwassers) bewohnt, — von jenen 200 000 heute lebenden allein schon volle Dreiviertel durch die einzige Abteilung der meerfeindlichen Insekten. Die Tiefsee zeigt als äußersten Kontrast umgekehrt die artenärmste Tierwelt — und doch ist grade dieser schlechteste Ausschnitt gelegentlich der paläontologisch allein erhaltene. An den seichten Uferstellen der Oceane aber waltete, um wieder deren reichere Fauna zu dezimieren, ein äußerst mißliches Gesetz, auf das zuerst Darwins Scharfsinn aufmerksam gemacht hat. Nur, wenn der Boden dort in langsamer Senkung begriffen war oder, was dasselbe im Resultat giebt, der Meeresspiegel sich langsam erhöhte, konnte es zu ordentlichen Schlammablagerungen kommen, die sich regelrecht zu versteinerungsreichen Sedimentgesteinen im Laufe der Zeit verhärteten. Hob sich dagegen der Boden (oder sank das Meer), so gerieten die jungen und noch wenig widerstandsfähigen Grundablagerungen lange vor ihrer entscheidenden Festigung ins Bereich der zerstörenden Brandung, und es kam weder zur Bildung dauernder Sedimente noch zu der (allein in diesen

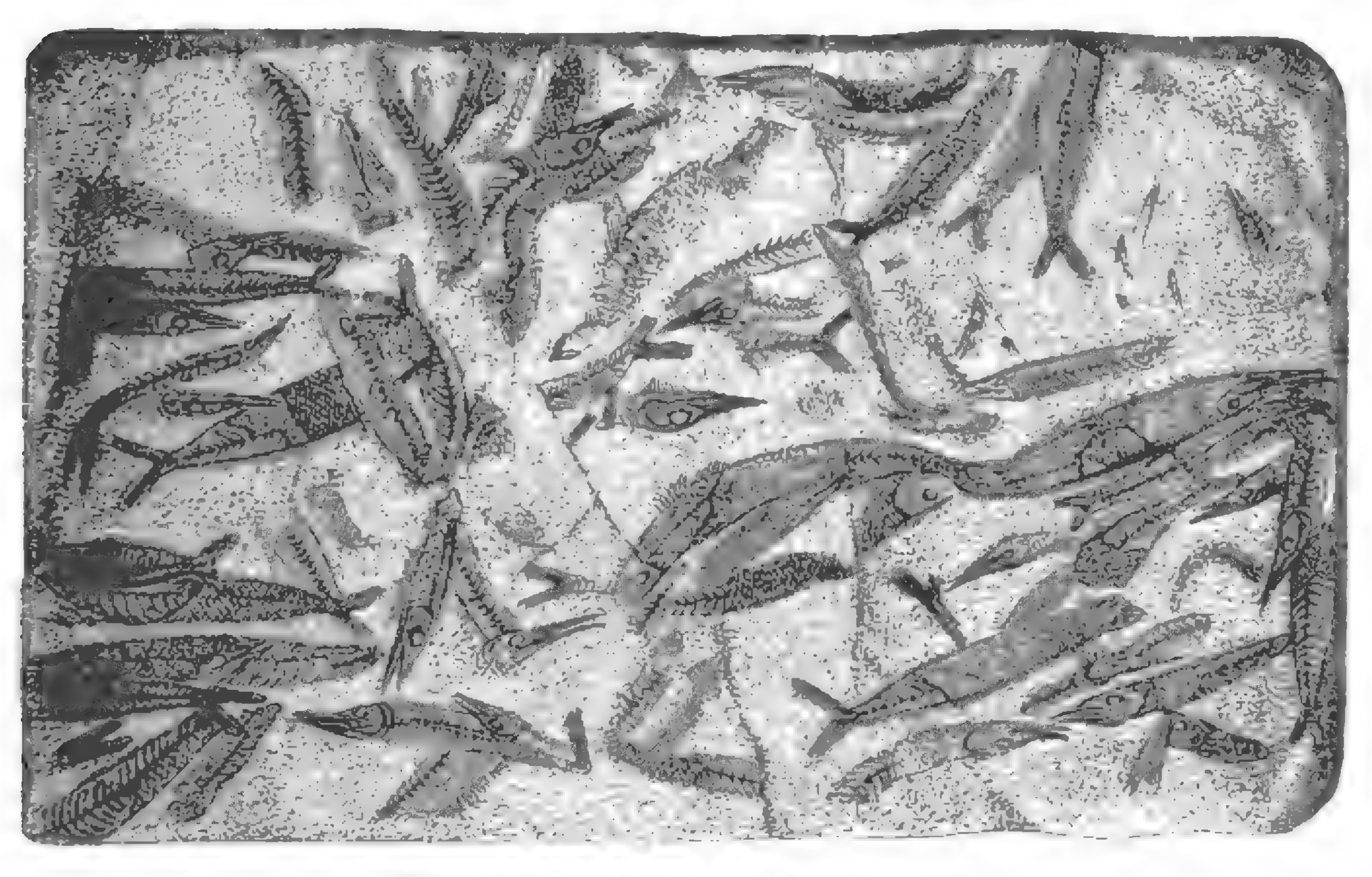


Muster einer Anhäufung von Versteinerungen:
Schalen von Ammoniten (Kopffüßlern aus der Verwandtschaft unserer Tintenfische) der Jura-Formation.

möglichen) Konservierung organischer Reste. Daß aber das Spiel des Hebens und Senkens in der einen oder anderen Art ein abwechselndes an den verschiedenen Orten der Erdrinde sei, wissen wir aus unseren heutigen Erfahrungen mit voller Sicherheit: man streitet sich höchstens, ob im einzelnen mehr die Bewegungen des Bodens oder die Wandlungen der Wasserhöhe entscheidend seien. Ebenso ist rein geologisch evident, daß an ganz bestimmten Orten aus bestimmten Zeiten, wo anderswo Sedimente sich gebildet haben, jede Spur von solchen fehlt, und der Schluß liegt nahe genug, daß das eben damalige Hebungsgebiete waren. Damit ist aber von neuem ein Riesengebiet auch für die Meeresorganismen der seichten Zone ganz für die Paläontologie gestrichen. Und das Unglück will dabei noch, daß das leichteste Nachdenken darauf führt, daß grade die Hebungszeiten die zoologisch interessanteren waren. Sie schufen neue Inseln und Landbrücken und veranlaßten höchstwahrscheinlich die Organismen zu entscheidenden neuen Anpassungen und Wanderungen, brachten also Fluß und Fülle in die Arten und ihre Zahl, während die Senkungszeiten die konstanteren und einförmigeren bleiben mußten. Grade diese Tage der „sieben fetten Kühe“ aber entgehen uns für unsere Sammlungen!

Zu diesen inneren Gründen der Lückenhaftigkeit im paläontologischen Material kommen nun noch zahllose rein äußerliche, an denen wir Menschen gewissermaßen selbst schuld sind. Allerorten auf der Erde liegen versteinerungsreiche Sedimente in gewaltiger Mächtigkeit. Was wir aber bisher davon erschlossen haben, ist ein kleiner Bruchteil nur. Lange Zeit kannten wir genauer eigentlich nur Europa, und selbst das ganz ungleich. Das Abtragen riesiger Schieferlager zum Zweck des Auslesens von ein paar Versteinerungen fordert Geldmittel, die für solche Zwecke heute noch niemand übrig hat. Wo der Abbau zu Industriezwecken so wie so geschieht, wie in den Steinkohlenwerken oder in den Brüchen des lithographischen Schiefers bei Solnhofen, sind ja die wissenschaftlichen Resultate nicht ausgeblieben, und es sind, nebenbei bemerkt, hübsche Summen sogar rein materiell durch den Verkauf der selteneren Tier- oder Pflanzenreste an Museen dabei verdient worden — das Berliner Exemplar des Urvogels (Archaeopteryx) wurde allein für 20000 Mk. vom glücklichen Finder erworben, nachdem als Preis anfänglich 36000 Mk. gefordert worden waren. Aber im ganzen ist selbst in unserem viel durchwühlten Kontinent noch unendlich viel zu thun. Grade Solnhofen beweist, was systematischer Abbau liefert, denn diese Gegend ist zwar in der Erhaltung ihrer Versteinerungen wohl einzigartig, in der Menge aber, oberflächlich angeschaut, keineswegs eine besonders bevorzugte, so daß die Fülle dessen, was von dort in die Sammlungen kommt, lediglich der planmäßigen Ausbeutung zu danken bleibt. Nun denke man aber, wie winzig Europa als Ganzes gegen die andern Erdteile ist. Dort überall beginnt die Forschung erst.

Ihre ersten Resultate aus den letzten Jahrzehnten sind, obwohl es doch nur erst Stichproben waren, gradezu überwältigend. Nordamerika hat in kürzester Frist zahllose unglaubliche Reptile geliefert, zahnlose Flugeidechsen von 22 Fuß Spannweite der Flügel, hausgroße Saurier, deren Gehirn viel dünner ist als das Rückenmark, daneben aus der Tertiärzeit die bizarrsten aller Huftiere, aus der Kreide zahntragende Vögel u. s. w. Nicht mindere Wunder boten die Megatherien und Glyptodonten Süd-



Muster einer Anhäufung von Versteinerungen:
Platte mit Resten zahlreicher Fische der Tertiärzeit (Hemirhynchus Deshayesi) aus dem Grobkalk von Puteaux bei Paris.
Die ungefähr 3 m große Platte, vollständig mit Fischresten erfüllt, befindet sich gegenwärtig in der prachtvollen Sammlung des Pariser Museums für Naturgeschichte.

Amerikas, die Riesenbeutler Neu-Hollands, die Reptile der Caroo-Formation am Kap, die bunte Wunderwelt der Sivalikfauna am Himalaya. Die ersten paar Pflanzenfunde der Polargegenden warfen ein jähes Licht auf die schwerwiegendsten klimatischen Wandlungen in der Erdgeschichte. Und doch, wie gesagt, sind das alles nur Stichproben. Welche Masse des Neuen wird uns da überall erwarten, wenn erst das planmäßige Suchen einmal beginnt. Immerhin aber auch hier: es bleibt ein rechtes Problem, ob wir alle Hindernisse bezwingen werden. Reiche Sedimentschichten liegen unanzweifelbar auch unter dem Boden der Oceane. Werden wir auch sie je ausbeuten können? Oder wird es uns gelingen, Schichten zu unter-

suchen, auf denen berghoch das niemals tauende Eis der Polarlande lastet? Sicherlich öffnet sich hier eine Perspektive auf zahlreiche Lücken, die wenigstens auf absehbare Zeit einfach infolge unserer unzulänglichen Hilfsmittel bestehen bleiben müssen. Und doch würde nur systematische Ausnützung aller irdischen Sedimente eine Möglichkeit ergeben, die günstigen Zufälle der Urzeiten gebührend zu verwerten. Von ganzen, großen Tiergruppen kann ein Exemplar vielleicht bloß überliefert sein und müßte gefunden werden! Schon in dem, was wir kennen, stehen Beweise genug für die verzweifelte Launenhaftigkeit des Schicksals in diesen Dingen. Bei dem Riesenwerk des Abbrechens jener Solnhofener Schiefer sind bis jetzt bloß grade zwei Exemplare des so unendlich wertvollen Urvogels (Archaeopteryx) gefunden worden, während die schwäbischen Ichthyosaurier nahe dabei in wahrer Katakombenmenge beisammen liegen. Von diesen Ichthyosauriern selbst ist aber unter all den Massen wieder erst ein einziges Exemplar bekannt, das den Umriß der höchst seltsamen Hautflossen (vergl. das Bild S. 40) noch erhalten zeigte, ohne deren Kenntnis man sich ein



Muster einer Säugetier-Versteinerung:
Das Skelett eines Huftieres der Tertiärzeit (Palaeotherium magnum).
Dieses Skelett von vortrefflicher Erhaltung wurde im Jahre 1875 in den Gipsbrüchen von Vitry (Paris) aufgefunden. Die Platte befindet sich im Pariser Museum für Naturgeschichte. (Vergl. das gegenüberstehende Bild.)

total falsches Bild des lebenden Tieres hätte bilden müssen. Von den nicht minder wichtigen Beuteltieren der Jurazeit finden sich immer und immer bloß wieder Unterkiefer, — wie man sich denkt, deshalb, weil das auf dem Wasser schwimmende tote Tier verfaulend grade diese zuerst verlor und in die Schlammmasse des Grundes einsinken ließ, während der übrige Körper wieder ans Ufer trieb oder in der Brandung zerschlagen wurde.

Diese Andeutungen dürfen wohl genügen, um dem Leser einen Begriff



Photographische Aufnahme einer kostbaren Versteinerung am Fundort.

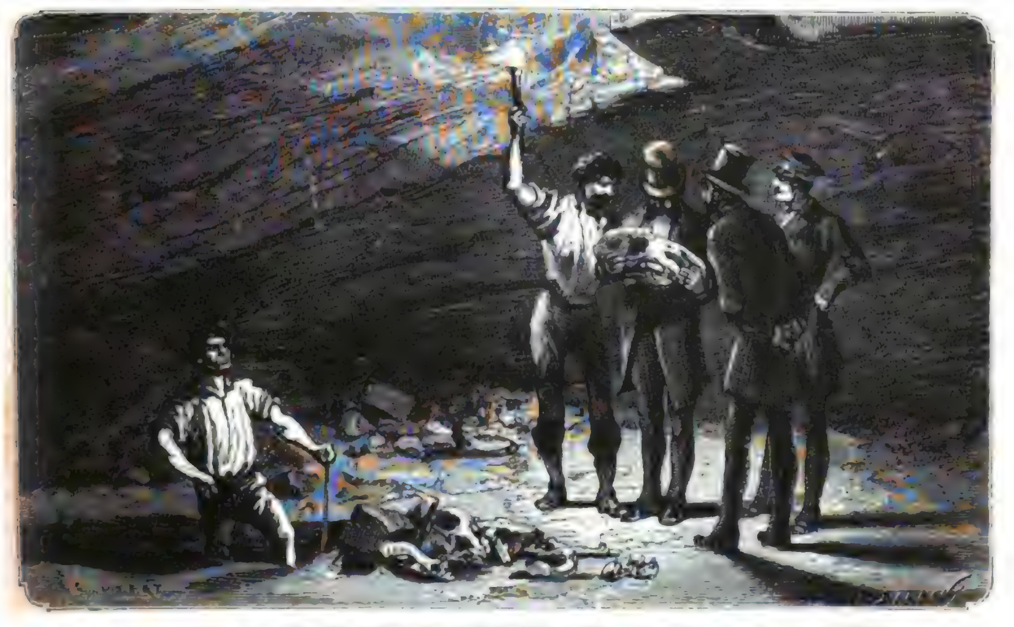
Im Jahre 1875 wurde in der Deckschicht eines Stollens in den Gipsbrüchen von Vitry (Paris) das gegenüber abgebildete, vorzüglich erhaltene Skelett eines tertiären Huftieres (Palaeotherium) entdeckt. Bevor man zur Loslösung zum Zwecke der Aufbewahrung im Museum schritt, ließ der Paläontolog Gervais bei elektrischer Beleuchtung eine Photographie des seltenen Fundes in seiner natürlichen Lage aufnehmen. Das Skelett zeigte sich, nachdem die tieferen Schichten beim Aushöhlen des Schachtes beseitigt waren, in völlig horizontaler Lage, wahrscheinlich so, wie das Tier einst (bei einer Überschwemmung oder durch Sturz ins Wasser) im Tode hingesunken war.

von der Unmöglichkeit zu geben, mit heutigen und selbst mit künftigen Mitteln ein korrektes rein paläontologisches Bild der organischen Entwickelung zu entwerfen. Aber nun selbst zugestanden, wir könnten es oder wir achteten die eventuellen Lücken nicht für so belangreich, um uns dadurch die Freude am Ganzen verderben zu lassen: eines wird uns die Paläontologie schlechterdings niemals liefern können. Es ist das eigentliche „Wie“ der Entwickelung, — die mechanischen Ursachen der Umformung einer Tierfauna in die andere. Hier — auf einem Gebiet, das nur allein

am „Lebendigen" selbst erforscht werden kann — müssen wir unbedingt auch so das vorhandene organische Leben von heute als Ausgangspunkt nehmen, um umgekehrt von ihm aus die paläontologischen Thatsachen erst verstehen zu lernen. Und so thut es not, daß wir, ehe wir uns im engern dem schönen Detail der Erdgeschichte, das die Paläontologie bietet, zuwenden, erst einen kleinen Spaziergang unternehmen durch das Gebiet der organischen Entwickelungslehre, soweit sie — theoretisch teils, teils praktisch — an die heutige Tier- und Pflanzenwelt anzuknüpfen und dort Gesetze zu ergründen bestrebt ist. Es ist allerdings, das möge der Leser nicht vergessen, ein relativ sehr junges Land, in das er hier geführt wird. Im ersten Bande, bei Besprechung des historischen Verlaufs, der in der Geschichte der Welterkenntnis auch auf die Entwickelungslehre für das Bereich des Organischen leitete, ist gesagt, wie spät diese Bewegung in der Biologie eingesetzt hat. Noch ist vieles selbstverständlich da im Fluß, und von absoluten Dogmen kann gar keine Rede sein. Trotzdem wird der Zuhörer selbst alsbald herausfühlen, wie lehrreich und anziehend jede zoologische, botanische und paläontologische Einzelheit in diesem Lichte wird.

Es ist im Grunde nichts leichter, als eine allgemeine Wahrscheinlichkeit dafür zu finden, daß die heute auf der Erde existierenden Organismen (ganz abgesehen von aller Paläontologie) Glieder eines großen Stammbaumes seien. Das „Wie" der Entwickelung mag eine sehr schwierige Frage sein, da wir thatsächlich als die heute giltige Regel sehen, daß dieselbe Art nur wieder dieselbe hervorbringt, der Löwe Löwen, der Eichbaum Eichen, der Mensch Menschen, es also verzweifelt schwer scheint, sich ein Erwachsen einer Art aus der andern als Akt vorzustellen. Aber daß gleichwohl etwas Ähnliches einmal vor sich gegangen sein muß, liegt nur allzu nahe, sobald man sich nicht absichtlich die Augen verschließt. Der Leser möge sich die Erinnerung wachrufen an einen Gang durch ein gut geordnetes zoologisches Museum, oder er möge ein ausreichend illustriertes Werk über das Tierreich rasch durchblättern. Eins muß ihm sofort auffallen. Diese zahllosen Tiergeschlechter mit ihren unendlich vielartigen Gestaltungen, — sie sind durchaus nicht wüst in die Welt hineingeworfen, wie die tausend Launen eines phantasiereichen Schöpfers, sondern sie schließen sich in einer ganz unverkennbaren Weise zu großen und kleinen Gruppen zusammen. Darauf beruht ja die ganze Möglichkeit eines „Systems". Der Löwe gehört näher zum Tiger als zum Zebra, das Zebra näher als zur Katze zum Pferd, Löwe und Zebra aber sind als vierbeinige, behaarte Säugetiere immer noch enger zu einander gehörig als etwa zum befiederten, eierlegenden Strauß oder dem kiemenatmenden, beschuppten Hering; doch selbst Zebra,

Strauß und Hering mit ihrer festen, knochigen Wirbelsäule und ihrem Rückenmark bilden abermals eine geschlossene Einheit, wenn man sie gegenüberstellt dem Käfer, der ein äußeres Chitinskelett total anderer Art und statt des Rückenmarks ein Bauchmark hat, oder dem Seestern, dessen Leib in der seltsamsten Weise in symmetrischen Strahlen angeordnet ist. Der Schluß liegt ziemlich nahe schon vor dieser ersten Bemerkung, daß Löwe und Tiger dicht beisammen ständen in einer großen Entwickelungsreihe,

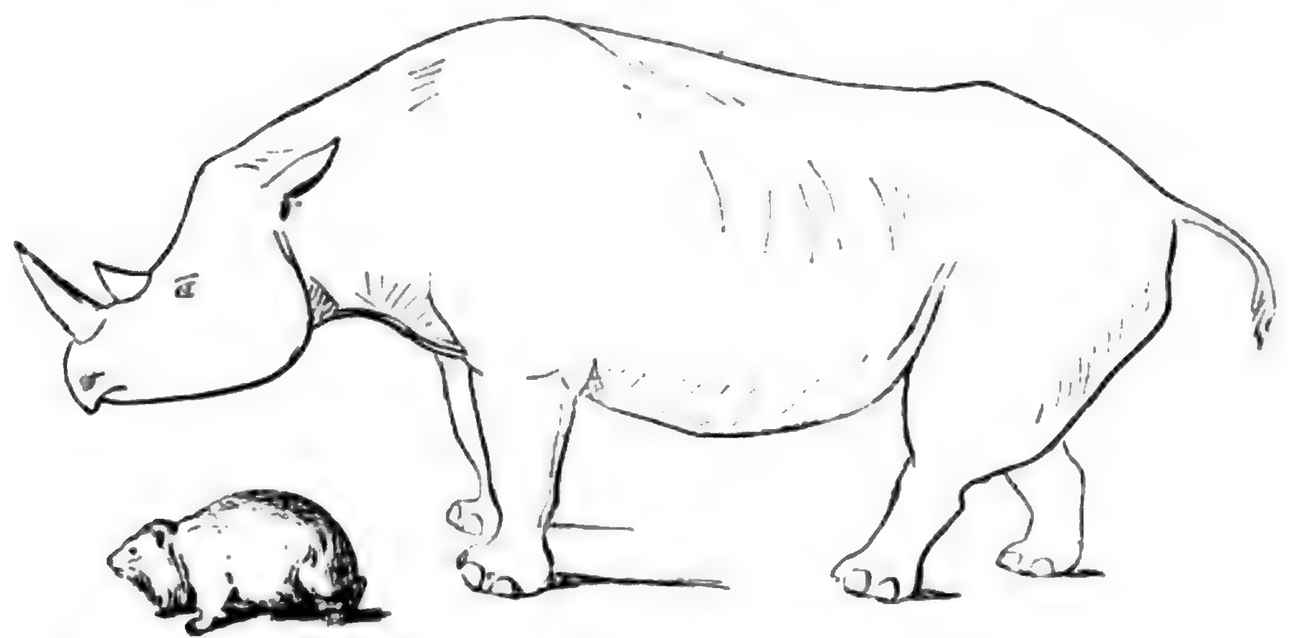


Ausgrabung von Knochenresten des Höhlenbären (Ursus spelaeus) in einer Höhle der französischen Landschaft Ariège, nahe den Pyrenäen.
Im Boden derselben Höhle fanden sich Spuren des Menschen als Zeitgenossen dieser heute ausgestorbenen Bärenart.

das Zebra schon ferner, aber doch sehr viel näher als der Strauß oder der Hering, daß aber alle fünf doch wieder relativ einander nahe blieben, wenn man so ferne Glieder, wie den Käfer oder den Seestern anschaut. Nun wird allerdings der Vertreter einer regellos schaffenden Schöpfermacht, die jede Tierart einzeln in die Welt hineingestellt haben soll, einen Einwand erheben. Er wird sagen: auch der Schöpfer war an eins gebunden, — nämlich an den Ort, den er vorher selbst geschaffen, an Wasser, Erde, Luft in allen ihren Details. So schuf er Wassertiere, Landtiere, Lufttiere, setzte den Eisbär an den Pol, den Löwen in die Wüste, den Vogel auf den Baum u. s. f.; diese Verschiedenheiten der Lebensweise geben dir nun

Anlaß, Gruppen zu sondern, bei denen du von Entwickelung träumst; in Wahrheit ist der Hering bloß deshalb so verschieden vom Strauß, weil er eben im Wasser leben muß, deshalb Kiemen, Schuppen und Flossen braucht; der Löwe aber gleicht zufällig dem Tiger, weil beide Fleisch fressen und ähnliche Orte bewohnen.

Gegen diesen Einwand, in dem, wie wir später sehen werden, wenigstens ein gewisser Sinn steckt, wenn auch keiner zu Gunsten der Schöpferwillkür, soll uns an dieser Stelle ein einfaches Beispiel wappnen. Der Leser betrachte die beiden Tiere auf der beistehenden Abbildung. Das eine ist das allbekannte Nashorn, und zwar, was zur Sache hier gleichgiltig ist,



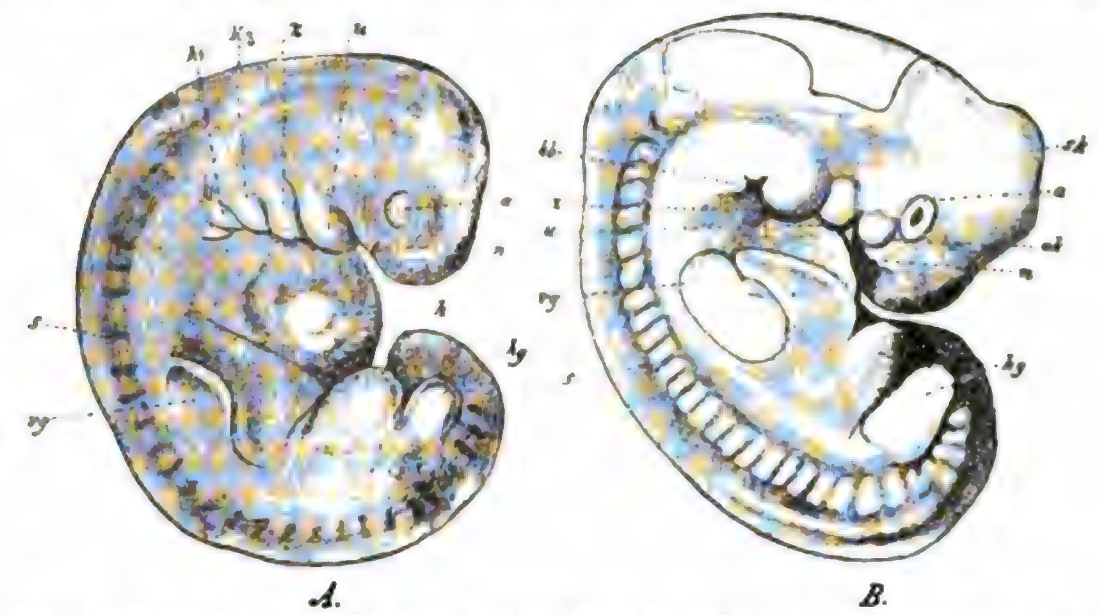
Afrikanisches Nashorn (Rhinoceros africanus) und Klippschliefer (Hyrax abyssinicus).
Obwohl der Klippschliefer völlig das Aussehen eines kleinen Nagetiers (25—30 cm lang) besitzt, weist er doch im einzelnen seines Baues so eigentümliche Eigenschaften auf, daß man sich genötigt gesehen hat, ihm seine Stellung im System bei den Huftieren, und zwar in der Nähe der Nashörner anzuweisen.

das afrikanische mit zwei Hörnern. Das andere kleine, behaarte Geschöpf ist der sogenannte Klippdachs, der Hyrax der Zoologen, übrigens auch den Theologen kein unbekanntes Tier, da es in der Bibel öfter als „Saphan" erwähnt wird, was Luther fälschlich mit „Kaninchen" übersetzt hat. Immerhin liegt in dem Hinweis auf das Kaninchen insofern etwas Wahres, als das Tier äußerlich ganz und gar einem kleinen Nager vom Kaninchen- oder Meerschweinchengeschlecht gleicht und auch in Felslöchern Syriens und Afrikas vollkommen die Lebensweise eines solchen führt. Nun soll der Anhänger jener Schöpfungstheorie uns den sonderbaren Fall erklären, der den ersten Tierkundigen, die sich mit vergleichender Knochenkunde der Säugetiere befaßten, vor diesem harmlosen kleinen Hyrax passiert ist. Cuvier kam nach sorgsamstem Studium des Skelettbaues zu der definitiven Entscheidung, daß der Hyrax kein Nager, sondern ein unmittelbarer Verwandter

des Rhinoceros sei. Später hat man eine ganz besondere Säugeordnung eigens für ihn begründet, von der die Anhänger der Entwickelungslehre glauben, daß sie im Stammbaum sehr nahe der Stelle stehe, wo Nager und nashornartige Huftiere sich nach zwei Seiten hin abgezweigt haben. Für den Schöpfungsgläubigen entsteht nun die heikle Frage, warum der Hyrax, der für das Leben in Felshöhlen ganz nach Art der Kaninchen geschaffen wurde, doch ausnahmsweise statt des echten Kaninchenskeletts eine Art Nashornskelett mitbekam, also positiv zum Gliede einer ganz anderen, in der Lebensweise total verschiedenen Säugergruppe gemacht wurde. Der ähnliche Fall liegt beim Walfisch vor, der trotz seines Wasserlebens nicht als echter Fisch mit Kiemenatmung geschaffen wurde, sondern auch im Wasser die unzweideutigsten Säugermerkmale bewahrt. Der Anhänger der Entwickelungsidee wird dagegen einfach sagen, daß in beiden Fällen trotz weitgehender Anpassung an veränderte Lebensweise doch die Abstammungslinie nicht verleugnet werden kann: der Hyrax bleibt auch in der Kaninchenhöhle ein Verwandter der nashornähnlichen Huftiere und der Wal im Ocean ein Glied in der Kette der lungenatmenden Säugetiere.

Der Gedanke, daß das natürliche System, das uns die Organismen zu Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen u. s. w. zusammengeschlossen zeigt, nichts anderes sei, als ein Ausdruck der Entwickelung, eine erste rohe Skizze des Stammbaumes selber, wird durch vielerlei verwandte Einzelheiten gestützt. In einer Weise, die ohne echte Abstammungsverhältnisse gar nicht zu begreifen wäre, kehren bei vielen Organismen Anklänge an andere wieder, die schlechterdings nicht das allermindeste mit Anpassung an irgend eine Umgebung zu thun haben und bei freier Einzelerzeugung aller Arten einen vollkommen sinnlosen Ballast bilden würden. Vor allem sind es die frühen Jugendzustände der Tiere und Pflanzen, die noch gleichsam ein besonderes Erinnerungsvermögen an alte Ahnenzustände bewahrt zu haben scheinen. Längst ist bekannt, daß die jungen, werdenden Tiere vielfach ganz eigentümlich von den fertig entwickelten abweichen. Das eben ausgekrochene Küken gleicht noch ganz und gar nicht dem fertigen Huhn. Öffnet man aber einige Zeit vor seinem Auskriechen das Ei, so glaubt man vollends ein ganz neues Wesen zu finden, das nicht einmal ein rechter Vogel, geschweige denn ein Huhn ist. Ebenso nimmt die Frucht des Menschen im Mutterleibe, je weiter man in den Monaten zurückgeht, eine immer absonderlichere Gestalt an, aus der (man vergleiche die umstehenden Abbildungen) die wohlbekannte und schön proportionierte Gestalt des voll erblüten nackten Menschenkörpers, die die Freude aller Künstler seit Jahrtausenden ist, bei bestem Willen gar nicht mehr herauszulesen ist. Nun könnte man allerdings eins als naheliegend zur Erklärung dieser Verschiedenheiten anführen. Der vorgeschriebene Entwickelungsprozeß will, daß jedes im erwachsenen Zustand aus noch so viel Zellen aufgebaute höhere

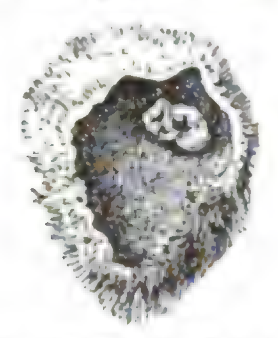
Geschöpf unabänderlich aus einer einfachen Zelle hervorgehe. Erst durch zunehmende Teilung in zahllose Stücke, die zu Einzelzellen werden, erzeugt



A. B.

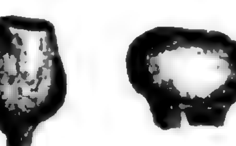
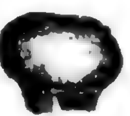
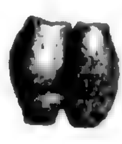
Zwei Embryonen (Keime im Mutterleibe) des Menschen auf sehr frühen Entwickelungsstufen.
Der links stehende Embryo stammt aus der vierten Woche, der rechte aus der Mitte der fünften. Beide sind sehr stark vergrößert, in Wirklichkeit ist der linke nur 4 mm, der rechte 9 mm lang. Bei dem linken gewahrt man am Halse sehr deutlich die Kiemenbogen, die Gliedmaßen (*rg* und *hg*) sind erst eben angelegt. Bei beiden ist der Schwanz stark entwickelt. *a* Auge. *n* Nasengrube. *u* Unterkiefer. *z* Zungenbeinbogen. *ok* Oberkiefer. k^3, k^4 dritter und vierter Kiemenbogen. *h* Herz. *s* Ursegmente oder sogenannte „Urwirbel“. (Beide Figuren nach Rabl.)

diese Keimzelle schließlich das Huhn oder den Menschen. Bei dieser Art des Aufbaues scheint es nun nur plausibel, daß der werdende Organismus sich zunächst gleichsam nur im ersten groben Grundriß anlegt und erst nach und nach die fertige Ausgestaltung zeigt. Man könnte immer noch fragen, warum das Herauswachsen aus einer Zelle nötig sei und ob nicht selbst hier Abstammungsverhältnisse aller höheren Organismen von einzelligen Urwesen, wie sie uns bereits aus andern Gründen wahrscheinlich geworden, sich spiegelten. Aber davon abgesehen, bliebe der Prozeß ein einfacher. Höchst kompliziert wird er erst, wenn wir vor die unleugbare Thatsache treten, daß die Keimesentwickelung in unzähligen Fällen keineswegs bloß ein einfaches Fortschreiten vom einfachen Zellenhaufen zum fertigen Geschöpf darstellt, sondern gänzlich unerwartete Zickzackwege einschlägt, — allerlei anlegt, was nachher wieder verschwindet. Zum Beispiel: in jedem großen Museum ist das Skelett eines Bartenwales zu sehen. Die



Lage und natürliche Größe des menschlichen Keimes (Embryo)
auf der oben links abgebildeten Stufe (4. Woche).
Der Embryo (rechts oben) ist mit allen Anhängen und umschlossen von dem (vorn gewaltsam geöffneten) sogenannten Chorion (Zottenhaut) abgebildet. Auf den beiden stark vergrößerten Darstellungen oben sind alle diese Hüllen ꝛc. fortgelassen. (Nach Allen Thomson.)

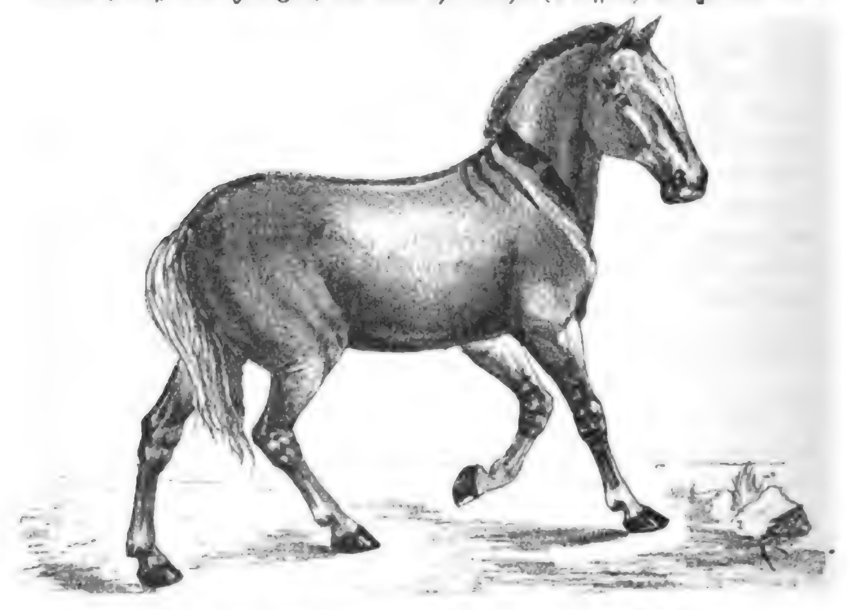
kolossalen Kiefern der größten Arten (Balaena mysticetus) tragen, wie ein Blick zeigt, keine Zähne nach Art derer in den Kiefern anderer nächst verwandter Seesäugetiere und der meisten Säuger überhaupt. Die Stelle der Zähne vertreten jene seltsamen, als Fischbein bei uns so vielfach verwerteten Fasern, die „Barten“ genannt werden. Ihr Zweck ist ein sehr naheliegender: sie dienen dem meerdurcheilenden Koloß gleichsam als Seiher, um die zahllosen kleinen und weichen Seetiere, deren er ungeheure Quantitäten zur Nahrung bedarf, aufzuhalten und in seinen Schlund zu befördern. Seltsamerweise nun zeigt der Embryo, also der im Mutterleibe noch nicht fertig entwickelte junge Walfisch, vorher, ehe er überhaupt in die Lage kommt, Nahrung von außen aufzusuchen, zur Zeit, da seine Barten noch gar nicht entwickelt sind, in den Kiefern echte kleine Zähne. Es ist, als lege die Natur erst das gewöhnliche Säugergebiß an, lasse es aber dann wieder zu Gunsten der Barten verschwinden. Hier kann man nicht von einfacher Auswickelung des fertigen, komplizierten Tieres aus einfachster Zellanlage reden. Die Entwickelung macht einen offenkundigen Zickzackweg. Sie bildet erst das eine, dann das andere. Der Embryo des Walfisches gehört gleichsam einer ganz anderen Säugerfamilie an als das fertige Tier: den zahntragenden Seesäugetieren. Wohl gemerkt: die Zähne des Embryos erscheinen nicht bei ihm, um wirklich irgend einem äußeren Zweck zu dienen, ihm irgendwie bei der Nahrungsaufnahme wirklich nützen zu können, also eine Anpassung darzustellen. Sie tauchen auf und verschwinden wieder, ohne an dem eigentlichen aktiven Leben des Individuums teilzunehmen. Ihr Auftreten hat sogar nicht einmal den reinen Übergangszweck, die später ihre Stelle ersetzenden Barten anzulegen, da diese thatsächlich nicht etwa aus ihnen erwachsen, sondern ein ganz neu sich bildendes, total unabhängiges Gebilde des Walfischmundes darstellen, — wahrscheinlich eine höchst extravagante Verstärkung und Verhornung der Querwülste der Gaumenschleimhaut, die bei anderen Tieren, z. B. auch an unserem menschlichen Gaumen, sich in schwacher Entwickelung, aber doch noch erkennbar andeuten.

Ein Beispiel von rudimentären (unbenutzten) Organen.
(Vergl. auch Text S. 103.)
Milchzähne des Grönland-Wales (Balaena mysticetus).
Diese Zähne zeigen sich in beiden Kiefern des Walfischembryos und schwinden wieder, ohne je zur Benutzung zu kommen. Der fertige Walfisch bedient sich zur Nahrungsaufnahme der Barten (Fischbein), die aus der Gaumenschleimhaut hervorgehen. Zähne besitzt er nicht. (Das Bild nach Eschricht in 5facher Vergr.)

Nun ist natürlich klar, daß das Auftreten der Embryonalzähne eine mechanische Ursache innerhalb der sich vollziehenden Embryonalentwickelung des werdenden Walfisches hat. Aber es scheint auch durchaus annehmbar, daß in dieser eine bestimmende Rolle spielt irgend ein dunkler Zusammenhang mit den uralten Abstammungsverhältnissen des Geschlechts der zahnlosen, bartentragenden Wale überhaupt, — der Abstammung nämlich von echten Zahntieren, wie wir

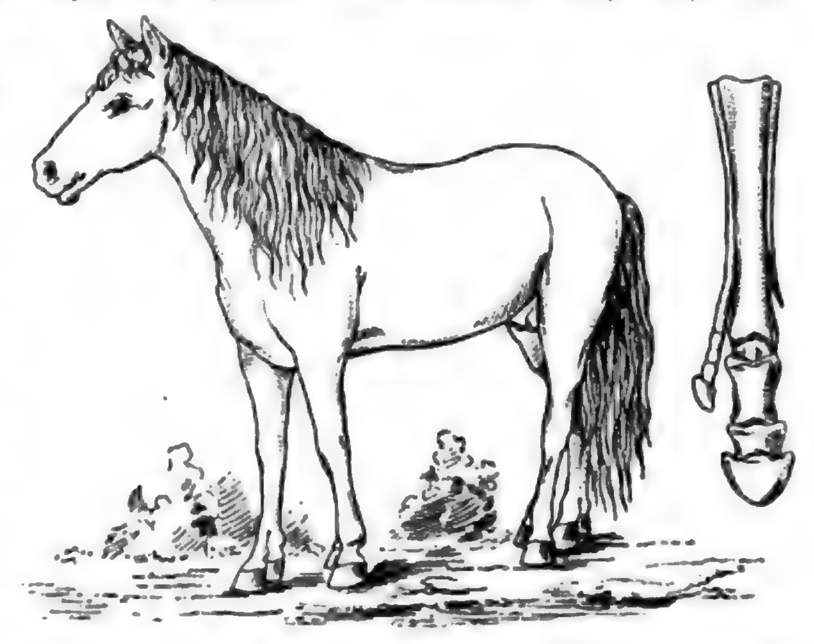
sie heute noch im Wasser wie auf dem Lande in überwiegender Mehrzahl sehen. Und der Schluß wird gradezu zur Gewißheit, wenn man ähnliche Vorfälle allenthalben bei den verschiedensten Tier- und Pflanzengruppen bemerkt. Speziell der Fall mit den Embryonalzähnen wiederholt sich bei den Embryonen der Kälber, bei denen sich Schneidezähne im Oberkiefer anlegen, ohne jemals das Zahnfleisch zu durchbrechen, und bei Vögeln (z. B. Papageien), die im Ei Anlage zu bezahnten Kiefern statt des späteren Schnabels entwickeln; der letztere Fund ist doppelt interessant dadurch geworden, daß man zur Zeit, als man ihn machte (Geoffroy St. Hilaire 1821)



Ein Beispiel von Atavismus (Rückschlag auf Ahnenstufen):
ein Pferd, das Streifen, ähnlich dem Zebra, zeigt.

noch keine Ahnung davon besaß, daß es zur Jura- und Kreidezeit einmal thatsächlich Vögel auf der Erde gegeben habe, die echte Zähne in den Kiefern trugen; seitdem haben Skelette aus der Kreide Nordamerikas und unser Solnhofener Archäopteryx dieses Faktum über jeden Zweifel erhoben und zugleich auch aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich gemacht, daß alle unsere heute lebenden zahnlosen, geschnäbelten Vögel von alten zahntragenden Formen abstammen. Beispiele verwandter Art in ganzen Reihen bietet unsere eigene menschliche Keimesgeschichte. Im sechsten Monat seiner Entwickelung im Mutterleibe ist der Fötus oder Embryo des Menschen mit einem feinen, wollähnlichen Haar, dem sogenannten Lanugo, bedeckt, der später zum größeren Teil verschwindet und kaum anders gedeutet werden

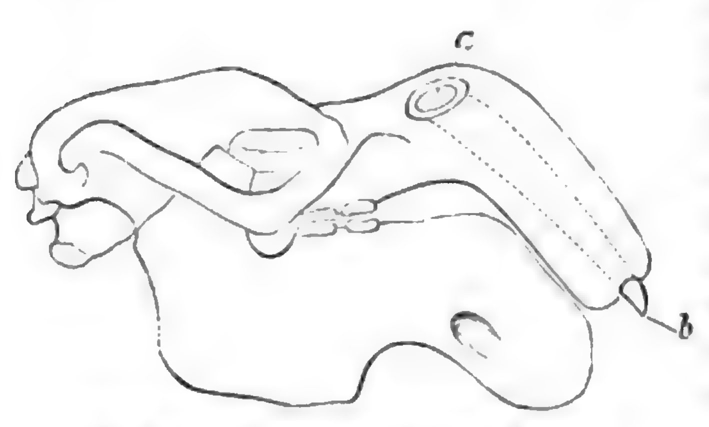
kann als eine Art letzter Reminiscenz an tierähnlich behaarte Zustände der Vorfahren; der Lanugo verbreitet sich — beim weiblichen Fötus genau wie beim männlichen — auch über Gesicht und Ohren, läßt aber höchst bezeichnenderweise die Handflächen und Fußsohlen stets nackt, genau wie bei den vier Extremitäten der anderen behaarten Tiere. Auf einer sehr viel früheren Stufe, wie sie die Bilder auf Seite 100 (aus der vierten und fünften Woche) vorführen, finden sich noch weit primitivere Reste: Kiemenspalten am Halse, die an die Atmungsart der Fische erinnern, eine allgemeine flossenartige, ungegliederte Anlage der Arme und Beine und ein sehr deutlich entwickelter Schwanz. Die Beispiele ließen sich ins Unbegrenzte vermehren, auch ins Pflanzenreich hinein. Sie bleiben auch nicht auf die eigentlichen Keimzustände beschränkt. Der bereits dem Ei entschlüpfte Vogel zeigt vielfach die rätselhaftesten „Jugendkleider“, die, soweit nicht spezielle Anpassungen zum Schutz der Jungen in Frage kommen, sich nur durch historische Dinge, also Abstammungsverhältnisse, erklären lassen. Der neugeborne Löwe weist an Kopf und Beinen schwarze Flecken wie der Panther, an Seiten, Rücken und Schwanz aber schwarze Querstriche gleich dem Tiger auf; beide Zeichnungen verschwinden schon im ersten Jahr.



Ein Beispiel von Atavismus (Rückschlag auf Ahnenstufen): ein Pferd, das ausnahmsweise einen zweiten Huf entwickelt hat.

An diese eigentümlichen Jugendzustände, die so deutlich für eine Entwickelung in der organischen Welt, für echte Abstammungsverhältnisse eintreten, schließt sich bei den erwachsenen Individuen der meisten Arten ein Kreis von Erscheinungen, die man unter dem Namen „rudimentäre Organe“ zusammenzufassen pflegt. Es handelt sich um gewisse Organe oder Organteile, die für die betreffende Art oder Gattung ebenfalls keinerlei Sinn aus ihren eigenen Existenzbedingungen heraus besitzen, aber trotzdem sich das ganze Leben durch konstant bei ihnen erhalten. Dahin gehört beispielsweise der wurmförmige Anhang am Blinddarm des Menschen. Beim Menschen und schon beim Affen verkürzt sich der für viele niedrigere, ausschließlich pflanzenfressende Säuger (z. B. einige Beuteltiere) überaus wichtige und lang entwickelte Blinddarm um ein bedeutendes; als nutzloses,

unter Umständen sogar (durch Einklemmen fester Körper wie Obstkerne) direkt gefährliches Überbleibsel (Rudiment) der früheren Länge ist jener ein paar Zoll lange, sehr dünne Wurmfortsatz bei ihnen zurückgeblieben. Ähnlich ist bei Schlangen, die ihrer Körperanlage nach mit bloß einem thätigen Lungenflügel besser auskommen, doch als Beweis, daß ihre Vorfahren einst, wie die anderen lungatmenden Wirbeltiere, deren zwei besaßen, ein verkümmerter Rest des zweiten Flügels wohl bemerkbar. Bei Tieren, deren Lebensweise im dunklen des Sehorgans nicht bedarf und die also auch jede Sehkraft verloren haben, gewahrt man doch oft noch zugewachsene Augen oder die Stile, auf denen die Augen bei den sehenden Vorfahren saßen. Vögel, wie der neuseeländische Kiwi (Apteryx), die durchaus nicht mehr fliegen können und nur mehr auf dem Lande laufen, bewahren am Skelett gleichwohl letzte Reste vollentwickelter Vordergliedmaßen, mit denen ihre Ahnen wahrscheinlich flogen oder wenigstens im Wasser ruderten. Das Weibchen des Dujong, eines wunderlichen Seesäugetiers im Indischen Ocean (Halicore dujong), entwickelt im Oberkiefer kolossale Hauer, die aber niemals in Thätigkeit kommen, da sie fast ganz im Knochen versteckt bleiben und selbst die kurze vorragende Spitze die dickfleischige Lippe nicht durchbricht. Bisweilen erscheinen solche Rudimente regellos und plötzlich nur bei einzelnen Individuen: dichte Behaarung des ganzen Körpers bei erwachsenen Menschen, mehr als eine Zehe, mehr oder weniger voll entwickelt, oder zebraartige Streifen auf dem Rücken und den Beinen bei Pferden, Fähigkeit eines Menschen, die Muskeln zur Bewegung der Ohrmuschel, die bei den meisten Säugern noch sehr lebhaft funktionieren, beim Menschen sonst aber aktionsunfähig geworden sind, noch ordentlich zu gebrauchen u. s. w. Man bezeichnet solche Fälle in der Regel mit dem Sonderausdruck „Atavismus“, d. h. Rückschlag auf Ahnenstufen. Im Grunde ist aber auch jedes dauernde Rudiment und nicht minder die ganze Embryonalentwickelung nichts anderes als ein permanenter Atavismus. Man hat die Beweiskraft des ganzen hierher gehörigen Erscheinungsgebietes für die Theorie der Entwickelung der Arten auseinander damit zu widerlegen



Ein Beispiel von rudimentären Organen.

Der Schädel eines großen Seesäugetiers aus dem Indischen Ocean, des Dujong (Halicore dujong).

Bei dem hier dargestellten Weibchen entwickeln sich im Oberkiefer kolossale Hauer (von *a* ab), die bei *b* allerdings endlich den Knochen durchbrechen, aber selbst in dieser kurzen Spitze noch unbrauchbar bleiben, da die fleischige Lippe auf Lebenszeit völlig über ihr zusammengewachsen bleibt.

(Nach Karl Semper.)

versucht, daß man sagte, die rudimentären Organe z. B. seien nur der „Symmetrie“ wegen da, „um das Schema der Natur zu ergänzen“. Darwin weist das mit vollem Recht als eine wertlose Umschreibung, der zudem jede Konsequenz abgehe, zurück. Einzelne Schlangen beispielsweise, wie die



Ein Beispiel von Atavismus (Rückschlag auf Ahnenstufen):
der Ausnahmefall einer affenartigen Behaarung beim Menschen
(das Haarmädchen Krao).

bekannte Boa constrictor, besitzen Rudimente eines Beckens und unter der Haut verborgene Stummel früherer Hinterbeine; bei anderen Schlangen fehlt jede Spur davon; warum ist dort das „Schema“ gewahrt, hier nicht? Ebenso schwach ist das Argument, daß in den Rudimenten überflüssige oder

schädliche Stoffe des Organismus gleichsam abgelagert und unschädlich gemacht würden. „Aber kann man annehmen,“ fragt Darwin, „daß die Bildung rudimentärer Zähne, die später wieder resorbiert werden, dem in raschem Wachsen befindlichen Kalbsembryo (vergl. oben S. 102) durch Ausscheidung der ihm so wertvollen phosphorsauren Kalkerde von irgendwelchem Nutzen sein könne?“

Überblickt man die ganze Reihe der im voraufgehenden gegebenen Beispiele aus dem Gebiete der Systematik und Physiologie der heute lebenden Organismen (beiläufig nur eine sehr kleine Auswahl aus dem vorhandenen Material), so muß der Entwickelungsgedanke in einer vagen Form sich eigentlich jedem aufdrängen. Und er hätte sich ganz entschieden sehr viel früher in der Wissenschaft allgemeine Geltung verschafft (lange vor Darwin), wenn man dabei immer das Bild eines vieläftigen und weitverzweigten Stammbaumes sich lebendig gemacht hätte. Von einer Entwickelungskette in grader Linie für alle Organismen kann nämlich nirgendwo die Rede sein. Kein Rudiment, keine Embryonalanlage eines Menschen, Vogels oder Fisches deutet darauf hin, daß jemals etwa ein Käfer mit seinem äußeren Chitinskelett und seinem an der Bauchseite liegenden Mark zu den Ahnen der Wirbeltiere gehört habe. Stämme wie diese Wirbel- und Gliedertiere müssen sich sehr früh und sehr tief unten im Gesamtstammbaum schon voneinander getrennt und parallel entwickelt haben. Vollends wäre es ein Unding, die niederen Tiere ableiten zu wollen von den höheren Pflanzen. Hier liegen — im Pflanzen- und Tierorganismus — so fundamentale Unterschiede, daß man eine Trennung dieser Hauptstämme gradezu schon an der tiefsten Wurzel angelegt denken muß. Es hat die ganze Frage nicht wenig verwirrt, daß man auf diesen einfachen Ausweg, den im Grunde der Blick auf jede menschliche Ahnentafel doch schon nahe genug legt, erst relativ sehr spät gekommen ist.

Indessen war diese Verzögerung im Durchschauen der feineren Fäden des Abstammungsgedankens doch nicht das einzige Hindernis und jedenfalls nicht das größte. Ein viel ernstlicheres lag in der leidigen Unsicherheit über das „Wie“ schlechthin jeder Umformung auch nur einer einzigen Art in eine andere.

Hier beginnt ein ganz neues, überaus schwieriges Gebiet. Es ist im eigentlichen Sinne das Gebiet, das durch den Namen und Geist Darwins beherrscht wird, obwohl er eine ganze Anzahl von Rivalen gehabt hat, die in ihrer Art auch Lösungen gefunden zu haben glaubten, und obwohl es ebenso sicher ist, daß die Darwin'schen Ideen allein noch keineswegs das ganze Thor geöffnet haben, vielmehr eines Ausbaues durch Generationen genialster Denker und Beobachter der Folge bedürfen werden. Immerhin betreten wir die Stätte des grandiosesten Geisteskampfes in der modernen Biologie.

Um einen allgemeinen Anhaltspunkt für die Entwickelungsidee zu bekommen, haben wir oben ein paar Thatsachen gesammelt, die für stammesgeschichtliche Verknüpfung selbst einander sehr fernstehender Tiergruppen sprachen. Die Möglichkeit eines klar heraufgegliederten Systems, die unverkennbaren Anklänge an andere Tierformen in der Embryonalentwickelung vieler Arten, die rudimentären Organe und die Erscheinungen des Atavismus: das alles hat ausreichenden Stoff zur Begründung des Satzes gegeben, daß eine Entwickelung überhaupt stattgefunden habe. Jetzt sollen wir dem Geheimnis des „Wie" dieser Entwickelung zu Leibe gehen. Dazu ist gleichsam eine umgekehrte Betrachtungsweise nötig. Nicht die Anklänge der verschiedenen Arten aneinander sind jetzt das Entscheidende, sondern recht eigentlich die Verschiedenheiten. Denn nur aus ihnen kann (falls es überhaupt möglich ist) herausgelesen werden, warum wohl Arten überhaupt zur Abänderung geschritten sind. Warum wurde aus einer vielleicht gemeinsamen Urform hier der nackte Koloß des Nashorns, dort der kleine, dicht behaarte, kaninchenartige Klippdachs? Im Skelett ähneln sich beide noch und haben hier wohl gemeinsam den Abglanz jener Stammform erhalten. Aber daneben hat sich eine ganz außerordentliche Verschiedenheit ihrer bemächtigt, auf Grund deren wir sie streng scheiden und nicht nur als verschiedene Arten, sondern als Vertreter sogar ganz gesonderter größerer Gruppen innerhalb der Säugerwelt anschauen müssen. In der mechanischen Ursache dieser Differenz steckt zweifellos des Rätsels Kern. Nun ist uns oben schon — obwohl an der Stelle nur in Form eines ungehörigen Einwurfs — der Satz in die Debatte geraten, daß die Verschiedenheiten der Tiere und Pflanzen bloß ein Spiegel wären der Verschiedenheiten des Ortes, den sie bewohnen. Im ersten Kapitel haben wir ein allgemeines Bild der „Biosphäre" wesentlich mit Rücksicht auf ihre irdischen Grenzen uns verschafft. Und wir sahen diese Biosphäre, die „Lebenshülle" des Erdballs, sogleich erobernd sich hinziehen über die verschiedensten Örtlichkeiten: Eis des Hochgebirges und der Polarlande, Glutofen der Wüste, heiße Quellen, Grabesnacht der Tiefsee und der Grotten und Schächte des Gesteins u. s. f. Für unseren jetzt aufglimmenden Gedanken ist es nötig, an einer Ecke jenes allgemeinen Panoramas viel weiter zu spezialisieren.

Die Unterschiede der Arten (so haben wir es als Möglichkeit hingestellt) sind lediglich die Unterschiede ihrer Lebensweise auf verschiedenem Untergrund, — sie entspringen, um das kürzeste und beste Wort gleich zu gebrauchen, durchaus nur der Anpassung an die zahllosen Möglichkeiten der bewohnbaren Erdoberfläche. Hier ist nun unerläßlich, daß wir uns eine klare Übersicht verschaffen über den Umfang dieser Anpassung. Gelingt es, mit ihrer Hilfe jenen Satz unanfechtbar zu machen, so dürfen wir dann vielleicht weitergehen und den Parallelismus von äußeren

Lebensbedingungen und Anpassung innerhalb des vorhandenen Lebens behutsam in das Verhältnis von Ursache und Wirkung zurückzuführen suchen, — womit das endgiltige Problem berührt und bei thatsächlicher Begründung des Kausalitätszusammenhanges auch gelöst wäre; die kosmische Kette würde sich ja vor der Artenfrage im gleichen Moment logisch schließen, wo zwischen den beiden uns bisher gegebenen Faktoren: dem einfachen Urprotoplasma, wie es das vorige Kapitel erörtert hat, und den im vorigen Buche bereits angedeuteten Wandlungen und Verschiedenheiten der anorganischen Welt an der Rinde des Planeten Erde, eine Verknüpfung angebahnt wäre, in der die zahllosen irdischen Formen dieses Protoplasmas als ebensoviele Folgen jener anorganischen Verschiedenheiten der Erdoberfläche hervorträten.

Die Thatsachen der Anpassung gehören zu den lehrreichsten und zugleich den zugänglichsten im Gesamtbereich des Organischen. Einem Kinde sind sie beim einfachsten Spaziergang durch Flur und Wald begreiflich zu machen. Dennoch ist der größere Teil selbst unserer gebildeten Erwachsenen von heute noch durchaus nicht darüber unterrichtet, dank einem überaus verfehlten Jugendunterricht auf naturwissenschaftlichem Gebiet. In enger Schulstube wird unter dem Vorwand, „Naturkunde“ zu treiben, ein künstliches System etwa der Pflanzen auswendig gelernt, oder es werden lateinische Namen eingedrillt, zu denen jede klare Anschauung fehlt. Was aber nicht geübt wird, ist der offene Blick ins Lebendige hinaus und das wahre „Denken“ im Anschluß an diesen Blick. Blick und Denken auf das Zusammenhängende des allerorten so offen dargelegten Naturhaushaltes gerichtet, drängen das, was das Wort „Anpassung“ besagt, gradezu unabwendbar auf, sobald nur die mindeste Schulung da ist.

Ein einfachstes Beispiel vorweg. Das Blatt der Pflanze entwickelt in der Mehrzahl der Fälle als bestimmte Begleiterscheinung seines Atmungsprozesses jenes mehr oder minder intensive Grün, das uns mit Recht so unzertrennbar erscheint von der Vorstellung des pflanzlichen Lebens. Beim Tiere, dessen Atmungsart eine vollkommen andere ist, also an sich keinerlei Anlaß verwandter chemischer Grünbildung vorliegt, sehen wir gleichwohl eine grüne Färbung auftauchen auf Grund kompliziertester Oberflächenstruktur, wenn die betreffende Tierart zumeist oder ausschließlich auf grünem Blatthintergrunde lebt. Der dicke Teichfrosch, der am Ufer zwischen den üppig grünen Stengeln und Blattflächen der Sumpfgewächse kauert, blinkt im frischesten Grün. Der kleine Laubfrosch, der sich hoch im Gezweig des Baumes birgt, ist grün. Grün, echt grasgrün ist die große gefräßige Heuschrecke, die an der Wiese nagt, grün die Blattwanze auf ihrem Rosenblatt, grün die fette Raupe im Ligusterbusch, grün der

Papagei im smaragdenen Gewirre des Tropen-Urwaldes. Beispiele dieser unmittelbaren Farbanpassung liegen, wohin man schauen mag, in Hülle und Fülle, und nicht nur die Farbe, sondern auch die Form des Hintergrundes, der Unterlage scheint gradezu entscheidend für das, was vor ihm oder auf ihr lebt. Es ist Winter, du durchstreifst den tief verschneiten Wald: da huscht, kaum sichtbar auf der blinkend weißen Fläche, ein schlankes kleines Raubtier über den Pfad, genau so weiß wie der Schnee selbst, — das Hermelin im Winterkleid. Du kletterst an die oberste Tannengrenze der Alpen im Dezember: vor dir taucht ein blendend weißer Nager auf, der Schneehase. Du näherst dich dem Pol — und gradezu alles wird weiß: der Eisbär, der Polarfuchs, die Schneeeule, um nur bekannteste, aus jedem zoologischen Garten vertraute Typen zu nennen. Das ist der Triumph des Weißen auf dem Weiß. Tiefer zum Äquator: und mit dem einförmigen Gelb der sonnenverbrannten Sandwüste hebt eine gelbe Tierwelt an.

„In der Sahara", sagt Karl Vogt, „sind alle Heuschrecken grau oder graugelb. Der an den Lehmwänden der Häuser umherschleichende Skorpion ist gelb, seine braune Schwanzspitze mit dem tödlichen Giftstachel sieht wie ein vorstehendes Holzstückchen aus; sämtliche Fische in den seichten Gewässern haben braun- oder graugelbe Farbe des Rückens wie der Sand, über welchen sie schwimmen, alle Eidechsen sind graugelb mit wenig helleren oder dunkleren Flecken oder Binden; die Hornviper gleicht einem kleinen, etwas verwitterten Zweige, die weit größere Brillenschlange einer dickeren, etwas dunkleren Wurzel. Raub-, Sing- und Hühnervögel sind alle, wenigstens Junge und Weibchen, grau, gelb und braun gesprenkelt, so daß das schärfste Auge sie nicht von einem Steine oder Sandhaufen unterscheiden kann, wenn sie sich geduckt haben; Schakal und Mähnenmufflon sind gelb wie die Felsen, in denen sie hausen; ja der Löwe, obgleich er kein eigentliches Wüstentier ist, trägt die Wüstenfarbe, und ein ruhendes Kamel, das den Kopf und Hals lang ausgestreckt hat, wird derjenige, der es zum erstenmal aus einiger Entfernung sieht, für einen runden Steinblock halten."

Auch in unseren Breiten schon ist, wo der Sand herrscht, wie auf den Nord- und Ostseedünen, dieses Reich des Gelben und Gelbbraunen deutlich genug: das Steppenhuhn, dieser schöne, aber leider so roh verfolgte Gast aus der innerasiatischen Steppe, der nur zuweilen schwarmweise bei uns auftaucht, gleicht in jeder Farb- und Schattierungsfeinheit seines Federkleides dem Sande, — der schwirrende Sandlaufkäfer (Cicindela hybrida und maritima), den der Tritt des Badegastes am Strande der Insel Rügen zahllos aufscheucht, verschwindet, sobald er sich wieder niedergelassen, vermöge seiner Farbe völlig im braungelben Untergrund.

Das geringste Nachdenken führt darauf, daß diese eigentümliche Übereinstimmung einen ganz entschiedenen Nutzen für das betreffende Tier

besitzt in allen den Fällen, wo es Vorteil gewähren kann, nicht gesehen zu werden. Diese Fälle sind zahllos grade im Tierreich, weil eine große Menge von Tierarten beständig anderen nachstellt und umgekehrt eine Menge anderer von solchen Nachstellungen unausgesetzt bedroht ist. In beiden Lagen ist die Tarnkappe des „Nichtgesehenwerdens“ überaus nützlich. Der Jäger, der sein Wild beschleichen will, zieht einen grünen oder grauen Rock an, der ihn im Dickicht am besten dem Hintergrunde „anpaßt“ und so verbirgt; dasselbe Prinzip kommt bei dem sandgelben Löwen der Wüste in Betracht, wenn er seinem Opfer, platt mit dem gleichfarbigen Leib an den Sandboden gepreßt, auflauert. Umgekehrt entgeht dem Sammler sein Opfer, der Laubfrosch, durch sein grünes Habit, wenn er im grünen Laube sitzt, und der Schneehase entrinnt dem Fuchs, indem er auf der weißen Schneefläche gleichsam verschwindet. Der Schutz dieser Art wird ein vollkommener, sobald die einfache Farbenanpassung sich noch vereinigt mit einer Anpassung der tierischen Form an gewisse Objekte, die an sich keiner Nachstellung unterliegen, wie: Steine, Holzstücke, Blätter, Wassertropfen und ähnliches. Das berühmteste und wirklich lehrreichste Beispiel der Art hat der Mitbegründer der Darwin'schen Theorie, Alfred Russel Wallace, der zugleich jahrelang sich als einer der leistungsfähigsten modernen Reisenden bewährt hat, gegeben. Es handelt sich um den nebenstehend abgebildeten Schmetterling der Insel Sumatra. „Callima paralecta ist ein Schmetterling“, so erzählt Wallace in seinem prächtigen Reisewerk über den Malayischen Archipel, „der zu derselben Gruppe von Familien gehört, wie unser Schillerfalter (Apatura Iris) und ungefähr von derselben Größe oder größer ist. Seine obere Seite ist reich purpurrot, an verschiedenen Stellen aschgrau gefärbt, und quer über die vorderen Flügel geht ein breites, tief orangenes Band, so daß er im Fluge stets auffällt. Diese Art war in trockenem Gehölz und Dickicht nicht ungewöhnlich, aber ich versuchte oft vergeblich, den Schmetterling zu fangen, denn wenn er eine kurze Strecke geflogen war, schlüpfte er in einen Busch zwischen trockne und tote Blätter, und wie sorgsam ich auch zu der Stelle hinkroch, so konnte ich ihn doch nie entdecken, bis er plötzlich wieder herausflog und dann an einem ähnlichen Orte wieder verschwand. Endlich aber war ich so glücklich, genau den Fleck zu sehen, wo er sich niederließ, und obgleich ich ihn eine Zeit lang aus den Augen verlor, so entdeckte ich ihn schließlich doch dicht vor mir; aber er glich in seiner Ruhestellung so sehr einem toten, an einem Zweige hängenden Blatte, daß man sich selbst dann täuschen mußte, wenn man grade darauf hinsah. Ich fing verschiedene fliegende Exemplare und war so im stande, zu beobachten, wie diese wunderbare Ähnlichkeit hervorgerufen wird. Das Ende der oberen Flügel geht in eine feine Spitze aus, grade wie die Blätter vieler tropischer Stauden und Bäume enden, während die unteren Schwingen stumpfer sind und sich in einen kurzen, dicken Aus-

läufer ausziehen. Zwischen diesen zwei Punkten läuft eine dunkle, gebogene Linie, welche genau der Mittelrippe eines Blattes gleicht, und von dieser strahlen nach jeder Seite hin einige schräge Striche aus, welche sehr gut die Seitenrippen nachahmen. Diese Striche sind an dem äußeren Teile der Basis der Flügel und an der innern Seite gegen die Mitte und Spitze hin deutlicher zu sehen, u. sie werden durch Streifen und Zeichnungen hervorgerufen, welche bei verwandten Arten sehr gewöhnlich sind, aber welche sich hier modifiziert und verstärkt haben, so daß sie genauer die Nervatur eines Blattes nachahmen. Die Färbung der unteren Seite variiert viel, aber stets hat sie eine aschbraune oder rötliche Farbe, welche mit der von toten Blättern übereinstimmt. Die Gewohnheit dieser Art ist nun die, stets auf einem Zweige zwischen toten und trockenen Blättern zu sitzen, und in dieser Stellung, mit den Flügeln dicht aneinander, gleichen sie genau einem mäßig großen, leicht gebogenen und gerunzelten Blatte. Die Enden der Hinterflügel bilden einen vollkommenen Stengel und berühren den Stamm, während das Insekt auf dem mittleren Beinpaare sitzt, das zwischen den umgebenden Zweigen und Fasern nicht beachtet wird. Der Kopf und die

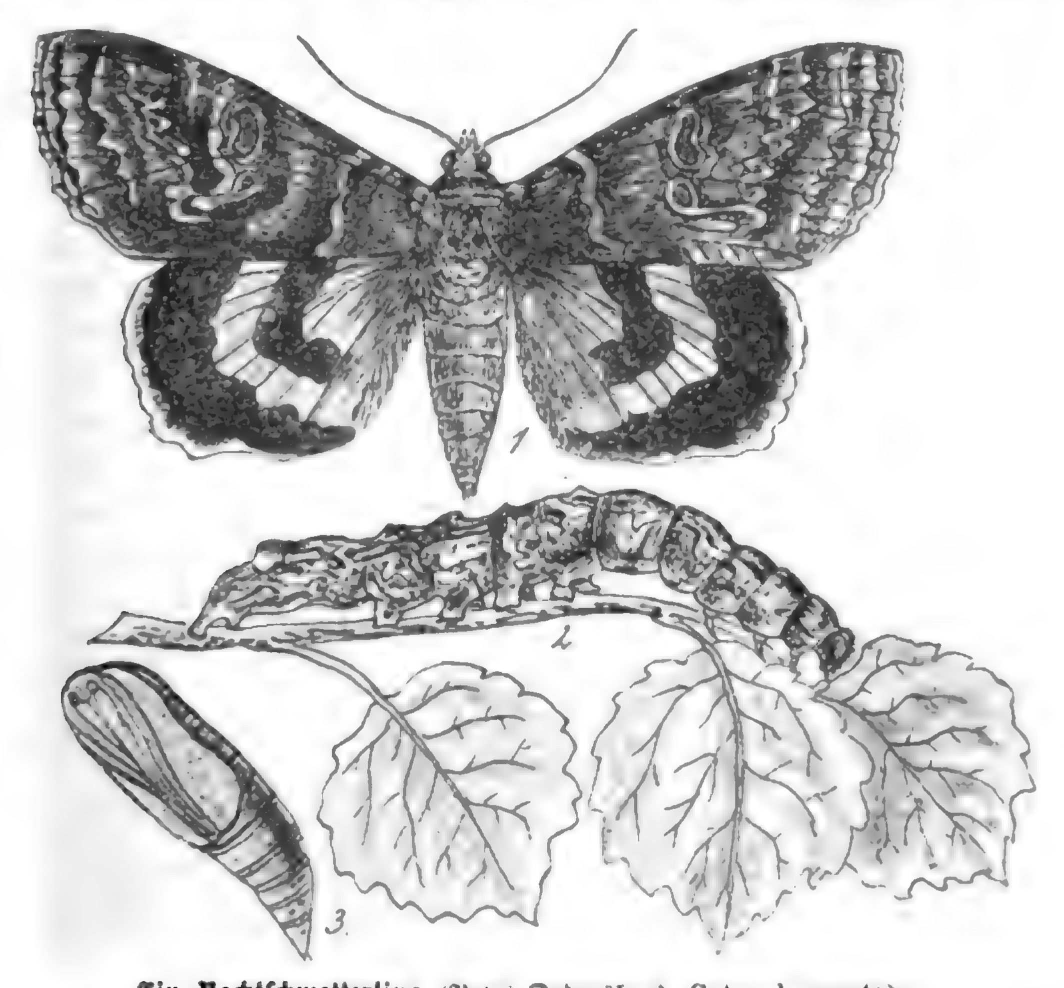


Das berühmteste Beispiel von Schutzanpassung.
Der Blattschmetterling (Callima paralecta) von Sumatra. Oben fliegend, unten sitzend. (Nach Wallace.)

Antennen sind zwischen den Flügeln zurückgezogen, so daß sie ganz verborgen liegen, und grade an der Basis der Flügel ist ein Ausschnitt, in welchen der Kopf gut zurückgezogen werden kann. Alle diese verschiedenen Einzelheiten, kombiniert, rufen eine Maskierung hervor, die so vollständig und wunderbar ist, daß sie jeden in Erstaunen setzt, der sie beobachtet; und die Gewohnheiten der Insekten sind derart, daß sie aus diesen Eigentümlichkeiten Nutzen ziehen und daß sie ihnen so sehr zum Vorteil gereichen, daß jeder Zweifel über den Zweck dieses sonderbaren Falles von Nachahmung schwindet, ein Zweck, der eben zweifellos in einem Schutze für das Insekt zu suchen ist."

Der Leser braucht sich nicht der Vorstellung hinzugeben, als wenn man — obwohl dieses Beispiel gewiß das vorzüglichste ist — nach den Tropenwäldern Sumatras reisen müsse, um ähnliche staunenswerte Anpassungen besonders aus dem Gebiet der Insektenwelt zu beobachten. Unsere heimischen Schmetterlinge liefern ein gradezu unerschöpfliches Material. Ein Blick auf eine einfachste Sammlung, wie sie jeder Schulknabe zusammenbringt, kann das lehren, — wie denn überhaupt das ganze Insektensammeln wesentlich den Zweck haben sollte, zu solchen Gedanken anzuregen, die so unendlich hoch über den kindischen Sammlerleidenschaften stehen, wie das gute Buch über den abgegriffenen Silberstücken, die man dafür zahlt. Vor allem sind es zwei auffällige Grunderscheinungen, die sich hervorheben und im Prinzip genau dem entsprechen, was uns der sumatrensische Blattschmetterling schon gezeigt hat. Jeder Schmetterling ist während des Fluges zweifellos besser vor Angriffen bewahrt, als in den Momenten, da er sich niedersetzt. Dennoch kann er solche Momente nicht vermeiden. Der Tagfalter sucht nachts ein Ruheplätzchen, der Nachtschwärmer am Tage; die wenige flüssige Nahrung, die der Schmetterling, dessen Leben ja eigentlich nur die Krone einer längeren, durch allerlei seltsame Formveränderungen (Ei, Raupe, Puppe) ausgezeichneten Entwickelung und wesentlich ein permanenter Liebesrausch ist, aufsaugt, zwingt ihn doch auch des öfteren zum Niedersitzen an feuchten Stellen, und das wichtigste, dem Weibchen obliegende Geschäft, das Ablegen der Eier, erfolgt auch nicht im Fluge. Der wesentlichste Anpassungsschutz konzentriert sich also auf diese gefährdeten Momente des Stillesitzens. Da die Flügel beim Sitzen zusammengeklappt werden, kommt alles auf die Färbung der Flügelseiten an, die in dieser Stellung sichtbar sind. Nun ist die Methode des Einklappens eine bei Tag- und Nachtfaltern fundamental verschiedene. Der Tagfalter klappt nach oben vertikal zu, so daß man von beiden Seiten nur die Unterseite der vier Flügel sieht. Der Nachtfalter dagegen legt sitzend die oberen, größeren Flügel horizontal über die unteren, so daß bloß die Oberseite jener sichtbar bleibt. Dem verschiedenen Prinzip aber entspricht ganz folgerichtig bei beiden eine verschiedene Anpassung. Die Unterseiten der

Tagfalterflügel weisen durchweg unverkennbar die (meist schmutzigen und unruhigen) Farbenmuster der Baumrinde, der Felsen, des Kies- oder Lehmwegs, des trockenen Grases. Auf der Unterseite des Perlmutterfalters glaubt man die kleinen Krystalle des Kieses eines Gartenpfades schimmern zu sehen. Der oben so aufdringlich feuerfarbige Kaisermantel weist, sobald er die Flügel hochklappt, grüne Grasstreifen. Ein kleiner Falter, der Brombeerfalter, ist auf der ganzen Unterseite einfarbig lichtgrün, und die



Ein Nachtschmetterling (Rotes Ordensband, Catocala nupta).
Die beim Sitzen bei Tage nicht sichtbaren Unterflügel zeigen lebhaft gefärbte Bänder, die oberen, beim Sitzen das übrige Tier verhüllenden Flügel dagegen sind in der Farbe und Zeichnung der Mauer oder Rinde angepaßt, auf der der Schmetterling tagsüber sitzt.

allverbreiteten munteren Bläulinge sind unten gradezu wie mit einer braungelben Kruste kleiner Sandkörnchen überzogen, die den Schmetterling, der vorher einen intensiv blauen Fleck in der Landschaft bildete, wie in einer jähen Versenkung spurlos verschwinden machen, sobald er sich niedersetzt. Umgekehrt sind die Oberseiten der deckenden Vorderflügel bei Nachtfaltern, die tagsüber regungslos an Baumstämmen oder Mauern sitzen, in vollkommenster Weise geschaffen, in den Unterlagen zu verschwimmen. Bei vielen der kleineren Arten, die der Systematiker als „Eulen" (Noctuidae) zusammenfaßt, geht das so weit, daß der Laie das sitzende Tier vielfach selbst

dann noch für ein formloses Rindenstück hält, wenn man ihn direkt darauf aufmerksam macht, — zumal hier auch noch die zackigen, welligen und höckerigen Umrisse und bei einigen Arten die seltsame Haltung des Körpers den Trug verstärken helfen; eine dieser Eulen (Calocampa exoleta) preßt den Kopf an die Rinde und läßt den Hinterkörper schräg vom Baume abstehen, so daß der Eindruck eines trockenen Zweigstumpfes oder eines losen Holzspans vollkommen wird. Aber auch relativ ganz gewaltig große Arten leisten das denkbar Möglichste. Den rostbraunen Kiefernspinner auf dem Rot eines Nadelholzstammes des märkischen Waldes zu erkennen, ist schon bei sehr geringer Entfernung ein wahres Kunststück, die Ordensbänder, die, fliegend, auf ihren Unterflügeln prächtige und sehr auffällige rote und blaue Farben weisen, verschwinden unmittelbar, wenn sie übergeklappt an eine graue, schmutzige Wand ankleben, durch die grauen Schmutzfarben ihrer Deckflügel, und selbst der keineswegs dunkle, sondern auch oben noch rostgelbe oder (in allerlei Varianten) grüngelbe Lindenschwärmer karrikiert so glücklich ein abglühendes Herbstblatt, daß man ihn erst recht nicht vermutet, grade wenn er an sichtbarster Stelle und auf ganz heller Rinde sich mit seinen wunderlich verkrumpelten Flügeln direkt darbietet. Wer selbst eine Sammlung besitzt, sei (aus der Gruppe der Spinner, Bombycidae) noch besonders auf den Lindenspinner oder Mondfleck (Phalera bucephala) aufmerksam gemacht; auch er ahmt, mit geschlossenen Flügeln, ein Stückchen Ast nach, doch mit scheinbaren Bruchstellen an beiden Enden; der Kopf und Vorderleib sowohl wie die Flügelspitzen sind, den Bruchstellen genau in der Farbe entsprechend, lebhaft holzgelb, dazwischen giebt das rundliche Flügeldach selbst die silbergraue, dunkel schattierte, rauhe Rinde wieder; das ganze Tier ist bis ins feinste Detail ein wahres Miniatur-Wunderwerk der Natur, das jeder Naturfreund wenigstens einmal sich genau angesehen haben sollte.

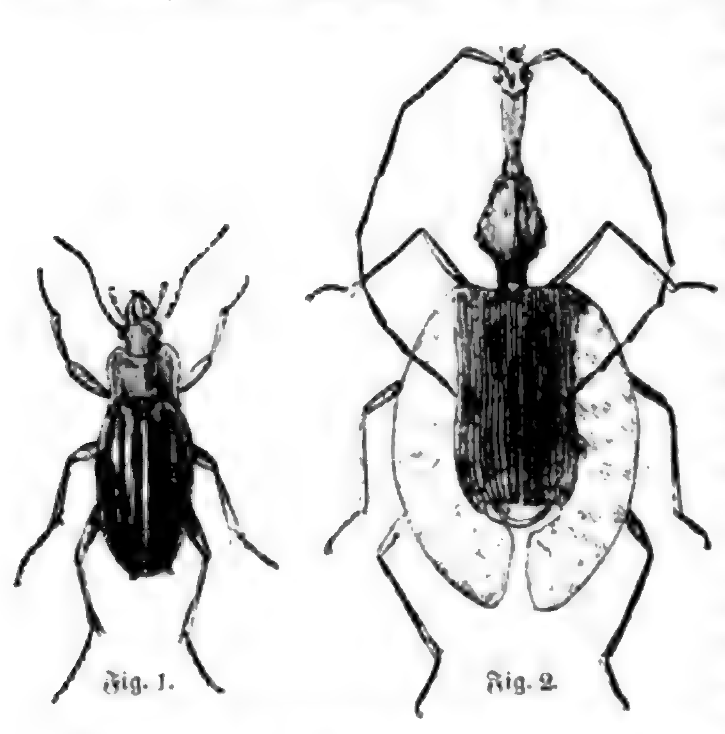
Bei den zahllosen Käferarten, die auf Rinde oder Blättern sitzen, sind die Anpassungen nicht minder zahllos. Insbesondere das groteske Geschlecht der Bockkäfer bietet ganz vollkommene Typen. Mit Hilfe der weit reichenden Händlerverbindungen ist es heute selbst bei kargen Mitteln dem Naturfreunde möglich gemacht, hier eine Anzahl der belehrendsten Formen aus der käferreichen Tropenwelt in den Besitz zu bekommen: in den Farben und der Oberflächenstruktur der derben Deckflügel dieser seltsamsten Gäste wird ihm damit aber gleichzeitig gradenwegs eine wohl konservierte Rindensammlung der Baumriesen aus dem Urwalde, an denen die großen Bockkäfer sitzen, gegeben sein, denn fast Stück für Stück gleichen die Käfer ihrer gewöhnlichen Unterlage. Die Odacantha gigas Süd-Afrikas giebt ein Bild der Rinde der kolossalen Baobabbäume; die Batocera Wallacei von den Aru-Inseln, selbst ein Koloß unter den Böcken mit beinah handlangen Fühlhörnern, die mitten aus den Augen herauswachsen, weist eine grünliche,

weiß befilzte Rinde, die sehr unsern Platanen ähnelt; die Protorhopala picta von Madagaskar scheint auf braunem Grunde wie mit unregelmäßigen Kalkflecken bespritzt; alle aber übertrifft die Xylorhiza adusta von



Täuschende Nachahmung einer Flechte durch einen Käfer.
Lithinus nigrocristatus auf Parmelia crinita (Madagaskar).
Auf dem von der Flechte bedeckten Zweig sitzen drei Exemplare des rechts unter stärkerer Vergrößerung dargestellten Käfers.

Sumatra, die, als Bewohner modernden Holzes, bis in die äußersten Fußglieder hinein am ganzen Leibe die zersplissene Struktur solchen brüchigen, verfaulten Holzes angenommen hat, — mit einer Treue, von der keine Abbildung einen genügenden Begriff geben kann. Vollends der aus Madagaskar neuerdings eingeführte Lithinus nigrocristatus (S. 115) führt mit seiner Anpassung an einen mit Flechten bedeckten Zweig direkt ins Gebiet jener scherzhaften Vexierbilder: „Wo ist die Katz?“ — der Leser wird schon noch ein Weilchen suchen müssen, ehe er auf dem Zweige rechts drei Stück des links (vergrößert) gegebenen Käfers entdeckt, auch wenn ihm gesagt wird, daß wirklich drei darauf sind. Gilt es derartig weitgehende Schutzanpassungen, so scheint die typische Grundform der einzelnen Käferordnungen ganz illusorisch zu werden. Man betrachte beispielsweise den braven deutschen Carabus auratus, unsern allbekannten Goldschmied, und vergleiche damit, was die Anpassung an ein Leben zwischen losen Baumrinden und an die Ähnlichkeit mit einem platten welken Blatt oder Rindenfetzen aus dem seltsamsten Carabidenen Javas, der bei allen Sammlern als Zierstück verehrten Mormolyce phyllodes, gemacht hat.



Ein Beispiel, wie Anpassung die typische Gestalt abändern kann.

Zwei Käfer, beide aus der Familie der Laufkäfer (Carabidae).

Fig. 1 ist unser gewöhnlicher Goldschmied (Carabus auratus), das Muster eines typischen Carabiden. Fig. 2 ist die mit keinem andern Käfer vergleichbare Mormolyce phyllodes, der Gespenst-Laufkäfer von Java (stark verkleinert). Mormolyce lebt zwischen Baumrinde und ist entsprechend absolut platt, von Gestalt und Farbe (tiefbraun wie Holz) einem Rindenstück oder modernden Blatt zum Verwechseln ähnlich. Trotzdem ist auch sie ein echter Carabide.

Bei Schmetterlingen wie Käfern, exotischen wie einheimischen, ist die Farb- und Formanpassung nicht auf das fertige Tier beschränkt, sondern kommt den geschlechtsunreifen Larven ebenso schon zu. Das ist besonders lehrreich bei den nackten Raupenformen zu verfolgen. Die Frage „warum“ sieht das Tier so und so aus, — diese lehrreiche Frage, die leider heute oft das ganz naive Kind allein zu stellen wagt, während sich der Erwachsene thörichterweise ihrer schämt und sie wohl gar dem Kinde selbst verbietet — sie ist fast im Moment gelöst, da man die Theorie der Schutzfärbung begriffen hat. Die Raupe des schillernden Falters lebt im Grase oder auf

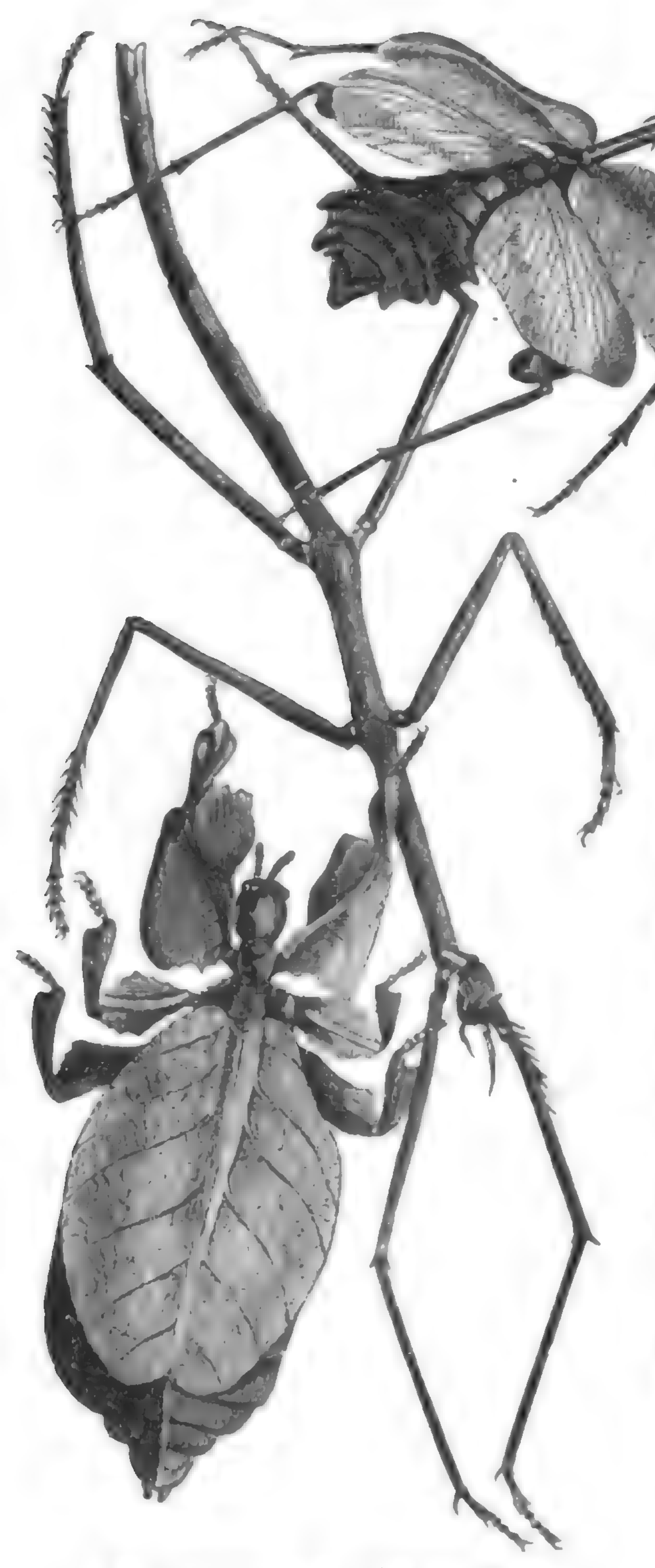
Blättern, — was liegt näher, als daß sie grün ist. Aber dabei bleibt es nicht. Schräge Streifen auf dem grünen Leibe ahmen die Blattrippen nach (selbst der dunkle Schlagschatten solcher Rippen fehlt nicht) oder, wie bei der auf Heidekraut lebenden Raupe des kleinen Nachtpfauenauges (Saturnia carpini), rote Sterne zaubern unmittelbar den Anblick der Blüte oder Knospe des betreffenden Gewächses hervor. Jenes Kunststück des Eulen-



Beispiele schützender Farbe und Stellung
bei Schmetterling und Raupe unseres einheimischen Birkenspanners (Amphidasys betularia).
Fig. 1 ist der Schmetterling, dessen kreideweiße, schwarz besprenkelte Flügel vortrefflich der Birkenrinde angepaßt sind. Fig. 2 zeigt die Raupe in ihrer charakteristischen Ruhestellung, in der sie von einem trockenen Ästchen kaum zu unterscheiden ist.

schmetterlings, das oben erwähnt ist: schräg vom Stamme abzustehen wie ein Zweigstummel, machen gewisse kleine Spannerraupen noch viel „echter" vor. Burmeister, einer der bewährtesten Kenner der Insektenkunde, dem wir ein vielbändiges Handbuch verdanken, erzählt, wie selbst ihn die Raupe von Phalaena quercinaria einmal so getäuscht habe, daß er sie als kleinen Eichenzweig abbrechen wollte. Ähnlich ist es bei Puppen. Den wohl sonderbarsten Fall hat hier Neu-Guinea hervorgebracht; schon bei gewissen

kleinen, regenbogenartigschillernden Käferarten aus der Familie der Chrysomeliden zeigt sich bei uns eine entschieden ausgesprochene Tendenz, funkelnde Tautropfen auf Blättern nachzuahmen; diese Schmetterlingspuppen Neu-Guineas aber entwickeln auf den wenigen Quadrat-Millimetern ihres Umfangs so blanke Spiegelflächen, daß der Beschauer sein eigenes Gesicht darin wiedergespiegelt sieht.



Drei Beispiele von Schutzanpassung.
Links unten eine Gespenstheuschrecke, das sogenannte „Wandelnde Blatt" (Phyllium siccifolium), in der Mitte (scheinbar einen trockenen Zweig darstellend) eine Stabheuschrecke, rechts oben eine Fangheuschrecke, die ostindische „Gottesanbeterin".

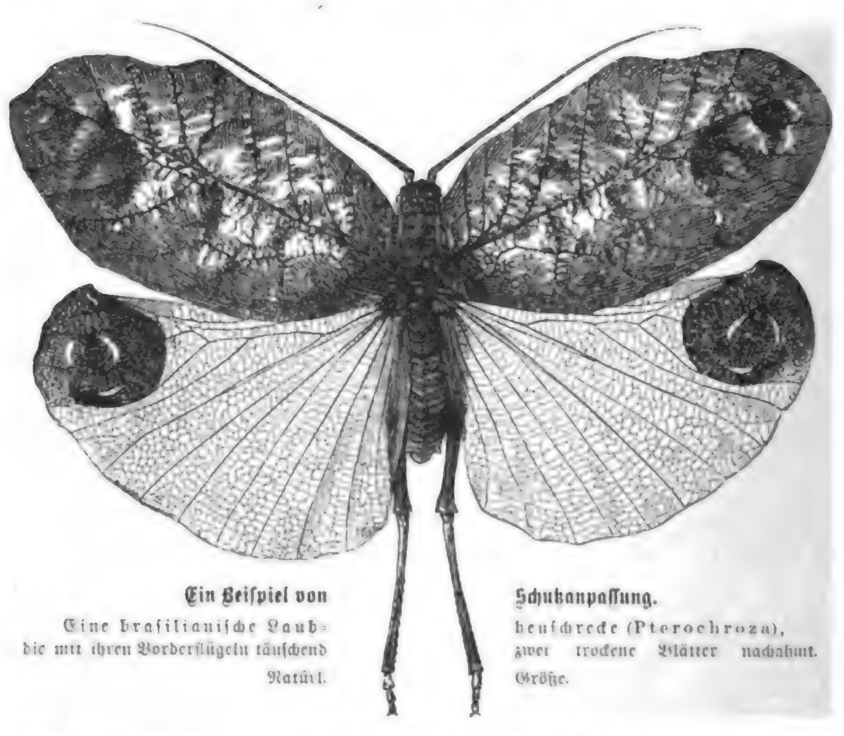
Unerschöpflich sind in Anpassungs-Kunststücken die Heuschrecken. Schon unser gewöhnlichster Grashüpfer geht einem ja im Grase sofort verloren, wenn er bloß aufhört zu springen. Die ersten wahren Wunderschrecken aber begegnen dem Reisenden in Südeuropa. Mir selbst ist unvergeßlich, wie in einem der gegenwärtig unthätigen Nebenkrater des Ätna (Monti Rossi, vergl. Bd. I S. 672) eine, wie es schien, wohl besonders rotbraune Varietät der auch bei uns bekannten, auf den (beim Sitzen unsichtbaren) Unterflügeln lebhaft blau gebänderten Oedipoda coerulescens jedesmal beim Niedersitzen auf Niemehrwiederfinden vor der rotbraunen, rissigen Lavamasse verschwand. Und doch ist diese Anpassung harmlos gegen das, was die bloß dem Süden angehörigen und den Tropen zu immer toller sich gestaltenden sogenannten



Gespenstschrecken, Fangheuschrecken.

1. Teufelsfangheuschrecke (Idolum diabolicum). 2. Stabheuschrecke (Phasma [Bacillus] Rossii). 3. Gottesanbeterin (Mantis religiosa). 4. Wandelndes Blatt (Phyllum siccifolium).

Fang- und Gespenstheuschrecken in der Nachahmung kompliziertester toter Objekte, halb skelettierter und in allen Vertrocknungsfarben prangender Blattruinen, Strohhalme, Stengelfragmente und Mooszweige, leisten. Das Bild auf S. 119 lehrt es besser, als Worte können, obwohl der ganze Effekt erst mit der Farbe kommt: fehlen doch nicht einmal die weißen oder gelben Tüpfelchen der Pilze, die sich auf faulendem Blättermaterial anzusiedeln pflegen. Dabei übersehe man nicht, wie gerade diese Anpassung an moderndes Laub doppelt raffiniert ist, da hier auch noch die Gefahr

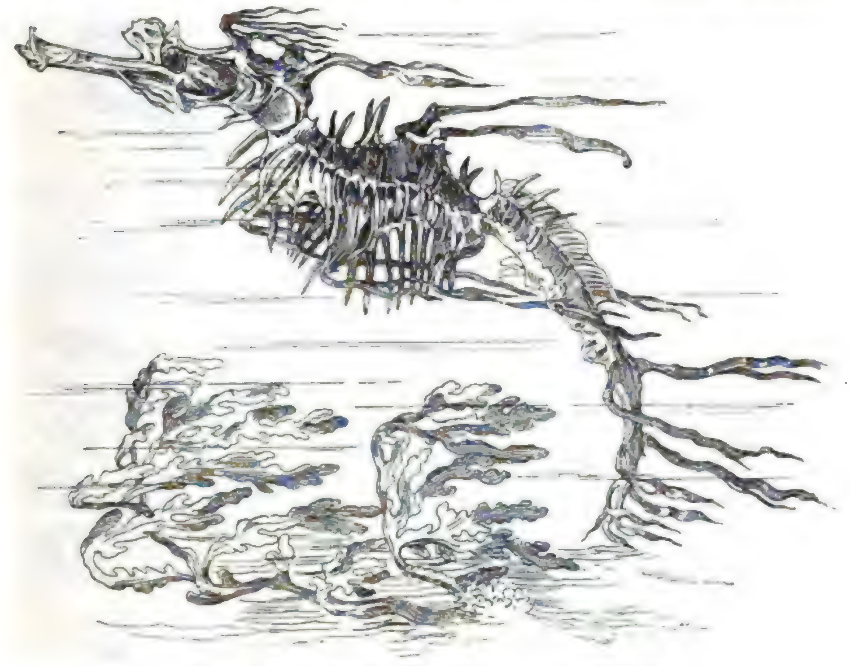


Ein Beispiel von Schutzanpassung.
Eine brasilianische Laubheuschrecke (Pterochroza), die mit ihren Vorderflügeln täuschend zwei trockene Blätter nachahmt. Natürl. Größe.

des Gefressenwerdens als Pflanze fortfällt; und außerdem handelt es sich wenigstens bei den Mantis-Arten, den Fangheuschrecken (rechts oben auf dem Bilde), nicht nur um die Rolle des Hasen, den seine Farbe birgt, sondern gleichzeitig auch allen kleineren Tieren gegenüber um den Schutzrock des Jägers, — wehe dem armen Insekt, das sich unter diesem dürren Blatt verbergen will, es läuft dem wildesten Räuber in die Klauen.

Unter den Wirbeltieren kommen die Fische, was Formanpassung anbelangt, den Heuschrecken am nächsten. In den neuholländischen Meeren birgt sich eine Fischgattung (Phyllopteryx) im roten Seetang, die ihrer unglaublichen Auswüchse wegen die der „Fetzenfische“ genannt worden ist

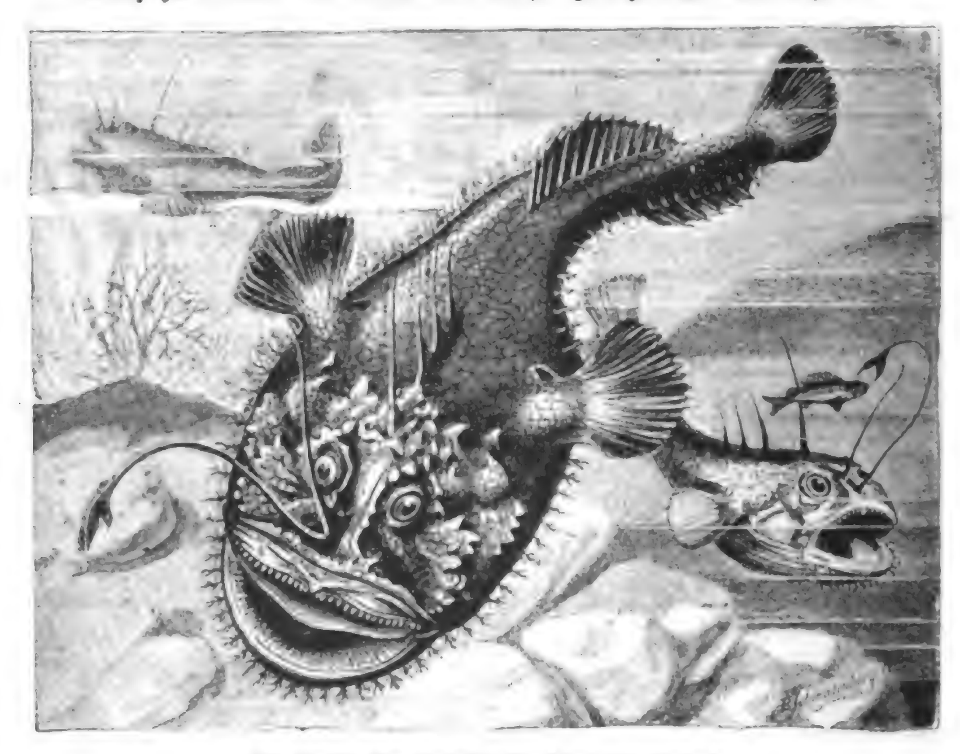
und die schönste denkbare Anpassung an das schaukelnde Bändergewimmel der Wasserpflanzen bildet. Aus dem Angelfisch (Lophias piscatorius) glaubt man die Algen direkt hervorsprießen zu sehen, obwohl es sich auch hier bloß um köstliche Formanpassung durch Hautauswüchse handelt, eine Pflanzenanpassung übrigens, die in noch vollendeterer Form eine Schneckenfamilie (Tritonia, Dendronotus u. a.) durch Ausnutzung ihrer Kiemenanhänge erreicht hat. (Bilder S. 122 und 123.) Für die Mehrzahl der Fische liegt ein entschiedener Schutz einfach schon in dem schillernden Silber-



Beispiel der Anpassung eines Fisches an Seepflanzen:
der Fetzenfisch (Phylopteryx eques). Natürliche Größe.

glanz ihres Schuppenkleides, der gleichsam das Wasser selbst nachahmt. Die Neigung zu Silberschimmer, zu intensiv blauer Farbe und endlich direkt zur Durchsichtigkeit ist übrigens, wohin man blicken mag, der gesamten Meerfauna eigen, und ihren schönsten Triumph kann jeder Besucher der Seeküste in den glashellen, farbenschönen Medusen bewundern. Im Reich der Vögel bedarf es kaum noch der Beispiele zahlloser und glücklichster Anpassung durch das Federkleid mit seinen biegsamen Farben, — ist doch unser gewöhnlicher Sperling schon ein wahres Meisterwerk. Speziell lehrreich aber wie die schärfste Probe auf das ganze Exempel sind hier noch die Farben der Eier. Wo das Ei im Nest oder in tiefer Höhle geschützt liegt,

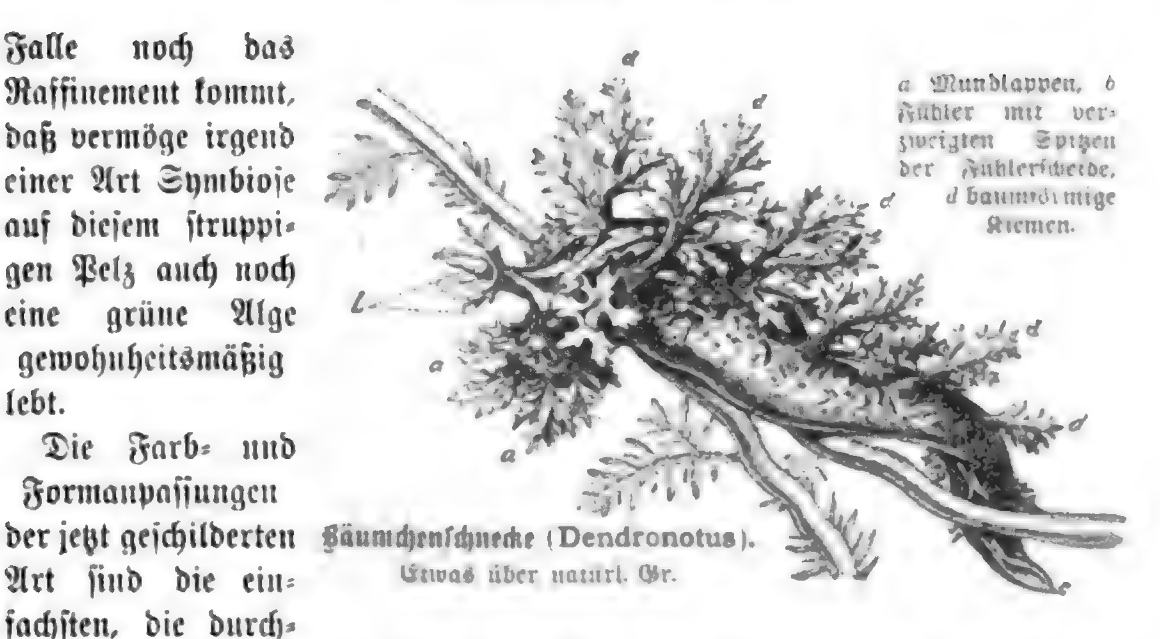
also an sich schon nicht leicht gesehen wird, da entbehrt es der Farbe, ist rein weiß. Wo aber, wie besonders bei den Seevögeln, das Ei unmittelbar und offen auf Sand, Fels oder Gerölle gelegt wird, da entwickelt es hunderterlei Sand- und Gesteinfarben, paßt sich mit allen Sorten von Flecken und Stricheln der anorganischen Unterlage an und verschwindet denn auch wirklich radikal auf dieser; es mag genügen, an das Ei des Kibitz zu erinnern mit seiner, man möchte gradezu sagen „intelligenten“



Der Angler oder Seeteufel (Lophius piscatorius).

Schmutzfarbe. Die Formanpassungen werden den höchsten Gruppen der Wirbeltiere, in denen das Gesamtbild nicht mehr so biegsam ist wie tiefer unten, etwas schwerer, aber es giebt doch auch davon noch unverkennbare Beispiele. Die wunderlichen, völlig blattähnlich erweiterten und gerippten Füße der Steißfußvögel (Podiceps) machen ganz den Eindruck, als sollten sie beim schwimmenden Tier die Raubfische der Tiefe überlisten, indem sie ihnen schaukelnde Wasserpflanzen vortäuschen. Dem Faultier, das tagsüber als formloser Klumpen im Gezweig hängt, giebt sein langes, grobes Haar sehr gut das Ansehen einer großen grauen Bartflechte, — wozu in diesem

Falle noch das Raffinement kommt, daß vermöge irgend einer Art Symbiose auf diesem struppigen Pelz auch noch eine grüne Alge gewohnheitsmäßig lebt.



Bäumchenschnecke (Dendronotus). Etwas über natürl. Gr.

a Mundlappen, b Fühler mit verzweigten Spitzen der Fühlerscheide, d baumförmige Kiemen.

Die Farb- und Formanpassungen der jetzt geschilderten Art sind die einfachsten, die durchsichtigsten. Aber mit ihnen ist lange nicht erschöpft, was an ähnlichen zweckmäßigen und der Erhaltung der Art günstigen Dingen in dem ungeheuren Form- und Farbenreichtum der organischen Welt steckt. Zunächst ist da noch zu erwähnen als kompliziertestes Grenzgebiet jener eigentlichen Anpassung zum Zweck des Verschwindens die höchst eigentümliche Möglichkeit eines Farbenwechsels bei ein und demselben Tier. Etwas derart liegt ja schon in dem Sommer- und Winterkleid so vieler nordischen Tiere, z. B. unseres Hermelin, das im Sommer größtenteils marderbraun, im Winter schneeweiß ist. Weit auffälliger wird die Erscheinung aber da, wo, je nach der Unterlage, die Farbe der Haut momentan sich ändert. Es ist verständlich, daß beim behaarten Säugetier, beim befiederten Vogel eine solche Fähigkeit, der Art der Bekleidungsstoffe entsprechend, nicht mehr so leicht möglich ist, also wesentlich erst vom Reptil abwärts sich findet. Grade bei einem Reptil ist sie denn allerdings schon am längsten bekannt, beim Chamäleon, ohne daß jedoch die Details des Vorganges hier bisheran ganz klar gestellt wären. So viel ist sicher, daß bereits das Chamäleon in vollendetem Grade den Hautapparat dazu besitzt, seine Farbe ruckweise zu ändern. Die mechanischen Bedingungen dazu liegen in der Existenz eigentümlicher Zellen in der Haut, der sogenannten „Chromatophoren“ (Farbträger), die von Natur schon verschiedene Farben (gelb, rot, schwarz) schichtenweise darbieten, zugleich aber je nach ihrer stärkeren oder geringeren Zusammenziehung diese ihre Farben heller oder dunkler machen, in den Vordergrund drängen oder verschwinden lassen können. Auf der Verteilung und Schichtung der Chromatophoren und ihrem wechselnden Spiel zwischen Kontraktion und Expansion beruht die Zeichnung, die das Tier im gegebenen Moment zeigt; ändert sich das Zellen-Kaleidoskop, so wechselt in überraschendster Weise die gesamte Hautfarbe. Abhängig ist, wie man neuerdings ziemlich sicher festgestellt hat, die Kon-



Ein Beispiel von schützender Anpassung aus der Klasse der Säugetiere.

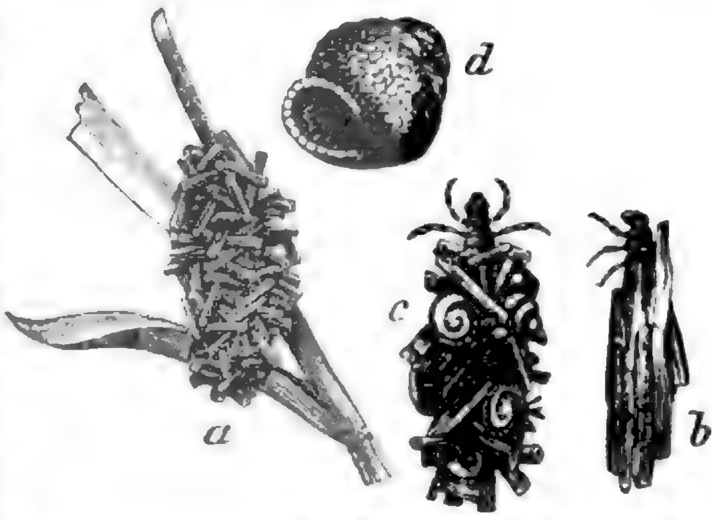
Das Faultier (Bradypus) Süd-Amerikas, das mit seinem struppigen Pelz in hängender Lage am Zweig völlig einer großen Bartflechte des Urwalddickichts gleicht. Auf dem Haar wächst, um die Täuschung noch zu erhöhen, eine grüne Alge.

traktion selbst (und mit ihr also der Farbenwechsel) vom Nervensystem des Tieres. Beim Chamäleon wechselt — und ebenso beim Laubfrosch und dem in unsern Aquarien leicht zu beobachtenden Tintenfisch — die Farbe unanzweifelbar mit gewissen seelischen Erregungen. Wie der Mensch ganz ohne sein Wollen „errötet", also auch die Hautfarbe zum Teil ändert, wenn er von Scham oder Zorn bewegt wird, so malen sich beim Chamäleon Hunger, Sättigung, allgemeines Mißbehagen, geschlechtliche Erregung u. a. direkt auf seiner Haut ab. So weit würde die Farbänderung also mit „Anpassung" gar nichts zu thun haben. Aber es läßt sich schon beim Chamäleon auch das nachweisen, daß der einfache Einfluß des Lichtes ebenfalls nicht unwichtig ist zur Erregung bestimmter Farben, und zwar nicht so, daß etwa das auffallende Licht direkt die Chromatophoren der Haut ausdehnte oder zusammenzöge, sondern auch hier auf dem Umweg durch das Nervensystem, — respektive dessen einzige direkt Licht empfindende Stelle: das Auge. Indem das Chamäleon Licht „sieht", ändert es die Farbe. Man gewahrt hier schon die Brücke, wie das zu einem vortrefflichen Mittel der Anpassung werden könnte: es ließe sich eine Verknüpfung denken zwischen der Art des Lichtes, rot, braun oder gelb etwa, und der bestimmten Kontraktion der Chromatophoren, die auch Rot, Braun oder Gelb entsprechend in der Haut erzeugte und damit eine momentane Schutzanpassung aufs glücklichste hervorbrächte. Beim Chamäleon ist es bisher nicht gelungen, diese höchste Steigerung in voller Deutlichkeit klar zu machen. Über jeden Zweifel erhaben aber ist das geglückt bei Fischen und bei Krebsen. Zunächst ist auch hier der Weg vom Auge zur Haut aufs schönste bestätigt worden durch das einfache Experiment, daß man Tiere blendete und damit die fernere Beweglichkeit der Chromatophoren gegenüber Lichtreizen absolut aufhören sah. Im weiteren Verlauf der Versuche aber, die besonders Pouchet angestellt hat, zeigte sich dann evident, daß Ellritzen, Stichlinge, Schollen und ebenso aus dem Reich der Krebse Garneelen (in Norddeutschland Krabben genannt) ihren Farbenwechsel direkt in den Dienst der Anpassung stellten: auf weißem Grunde wurden sie weiß, auf braunem braun, auf schwarzem ganz dunkel, und besonders bei einzelnen Garneelen (Mysis chamaeleon) schien gradezu diese Art der Anpassung ins Unbegrenzte zu gehen.

Soweit bisher die Beobachtungen reichen, scheint es, daß auch hier der Prozeß im wesentlichen noch ein ziemlich grob automatischer bleibt, ebenso wie bei unserm menschlichen Erröten. Aber man sieht doch dabei schon, wie nahe es läge, daß schon hier eine neue Form der Anpassung zu Verbergungszwecken sich anbahnte: nämlich die durch aktives Erzeugen von Schutzmöglichkeiten unter Inanspruchnahme des ganzen höheren Bewegungslebens, der Kunsttriebe u. s. w. der Tiere. Daß es (ganz abzusehen vom Menschen) selbst bei relativ niedrigen Tierformen dazu anderweitig

jedenfalls gekommen ist, läßt sich mit zahllosen Beispielen belegen. Die Mehrzahl der Tiere mit Schutzfarben weiß, daß bestimmte Unterlagen sie schützen und sucht sie beim Verfolgen oder Verfolgtwerden mit aller ihr zu Gebote stehenden Intelligenz, und zu Farbe und Form tritt allenthalben als dritter sehr einflußreicher Faktor das Benehmen des Tieres, seine Haltung, die Art seiner Bewegungen u. s. w. Schon oben sind einmal der Schmetterling und die Raupe erwähnt, die sich mit ihrem Hinterteil so vom Baum abwenden, daß der Eindruck eines kurzen, oben abgebrochenen Ästchens entsteht. Bei zahlreichen Käfern, besonders aus der Gruppe der Elateriden (Schnellkäfer) hat sich die Praxis eingebürgert, daß sie sich beim leisesten Schütteln des Zweiges, auf dem sie sitzen, tot stellen, herabfallen lassen und am Boden später durch seltsame Sprünge, zu denen die dicht angezogenen Beine nicht gebraucht werden, fortschnellen. Da die Ähnlichkeit der meisten dieser Käfer mit Früchten, braunen Knospenhüllen oder spitzen Rindenstückchen ohnehin eine täuschende ist, so erwächst eine außerordentlich hohe Chance für die wirkliche Rettung. Die Gespenstheuschrecken (vergl. Abbild. S. 119) sehen nicht nur aus wie ein bewegungsloses Blatt, sondern sie handeln auch, wenn sie angegriffen sind, entsprechend. „Ein wahres Mitleid," erzählt Vitus Graber, „erfaßt uns, wenn wir sehen, um welchen Preis die Gespenstheuschrecken ihr Leben fristen. Schon die dalmatinische (Bacillus Rossii). Sie schaut zwar ganz passabel aus, aber wie pudelhaft folgsam! Sie läßt sich die Beine stellen wie eine Wachsfigur. Man drehe die rechtsseitigen vor, die linksseitigen rückwärts; man krümme sie bogenförmig; man strecke die Mittelbeine grade aus, daß sie wie zwei Drähte senkrecht vom Rumpfe abstehen: sie steht wie eine Statue, sie gehorcht wie eine Marionette. Wir haben um ein solches Tier viel Kummer gehabt — wir hielten es für tot; aber endlich wagte es — so muß man sagen — doch wieder ein Lebenszeichen von sich zu geben." Wir werden unten sehen, wie man im einzelnen dieses „Starrwerden" physiologisch zu erklären versucht hat, — jedenfalls handelt es sich dabei um einen Akt, an dem die höchsten Funktionen des Nervensystems irgendwie beteiligt sind. Das wird noch viel evidenter bei den Tieren, die, jedes Individuum für sich, in Ermangelung angeborener Schutzformen und -Farben sich künstlich mit schützenden Stoffen überziehen, sich im eigentlichsten Sinne „Kleider" anziehen, wie der Förster seinen grünen Rock. Man würde wenige Dinge der organischen Welt so schwer glauben wie dieses, wenn nicht die Beispiele haufenweise sich aufdrängten. Die Abbildung auf der nächsten Seite zeigt die verschiedenen Arten von Hüllen, in die wasserbewohnende Larven gewisser bei uns einheimischer Netzflügler, der sogenannten Köcherfliegen (Phryganeidae), sich einwickeln. Eine Art Spinnorgan an der Unterlippe giebt diesen Tieren die Fähigkeit, Sand, Schilfstückchen, Muschelschalen u. a. zu einem vortrefflich verbergenden Futteral zusammenzubacken. Bei einer

der dargestellten Gattungen ahmt das Futteral, aus Sandkörnchen gefugt, sogar als Ganzes wieder eine Schneckenschale nach. Raupe, Puppe und selbst noch das unentwickelte Weibchen eines bekannten kleinen Schmetterlings unserer Breiten, des sogenannten Sackspinners (Psyche unicolor), hüllen sich auf dem Lande in ganz ähnlicher Weise in einen etwa 40 mm langen Sack, der aus dachziegelartig ineinandergefügten Stengel- und Blattstücken besteht. Andere Tiere machen sich die Sache leichter, finden aber gleichwohl äußerst passende Maskierungen. Die Larven des zierlichen scharlachroten Käfers, der um seines hellen Zirpens willen Lilienhähnchen genannt wird (Lema merdigera), kleine unförmige Scheusälchen, die, wenn sie auf einem Lilienblatt sitzen, durchaus wie Kothäufchen aussehen, erreichen diese täuschende Mißgestalt, indem sie ihren eigenen Unrat (vermöge günstiger Lage des Afters) auf ihren Rücken praktizieren, wo er, getrocknet, eine dicke faserige Rinde bildet und das tragende weichhäutige Tier vollkommen panzert und zugleich verbirgt. Jedem Besucher unserer großen Aquarien ist das lustige Geschlecht der Einsiedler- oder Bernhardinerkrebse bekannt, Krebstiere, die zur Deckung ihres leicht verletzlichen weichen Hinterleibes gewohnheitsmäßig leere



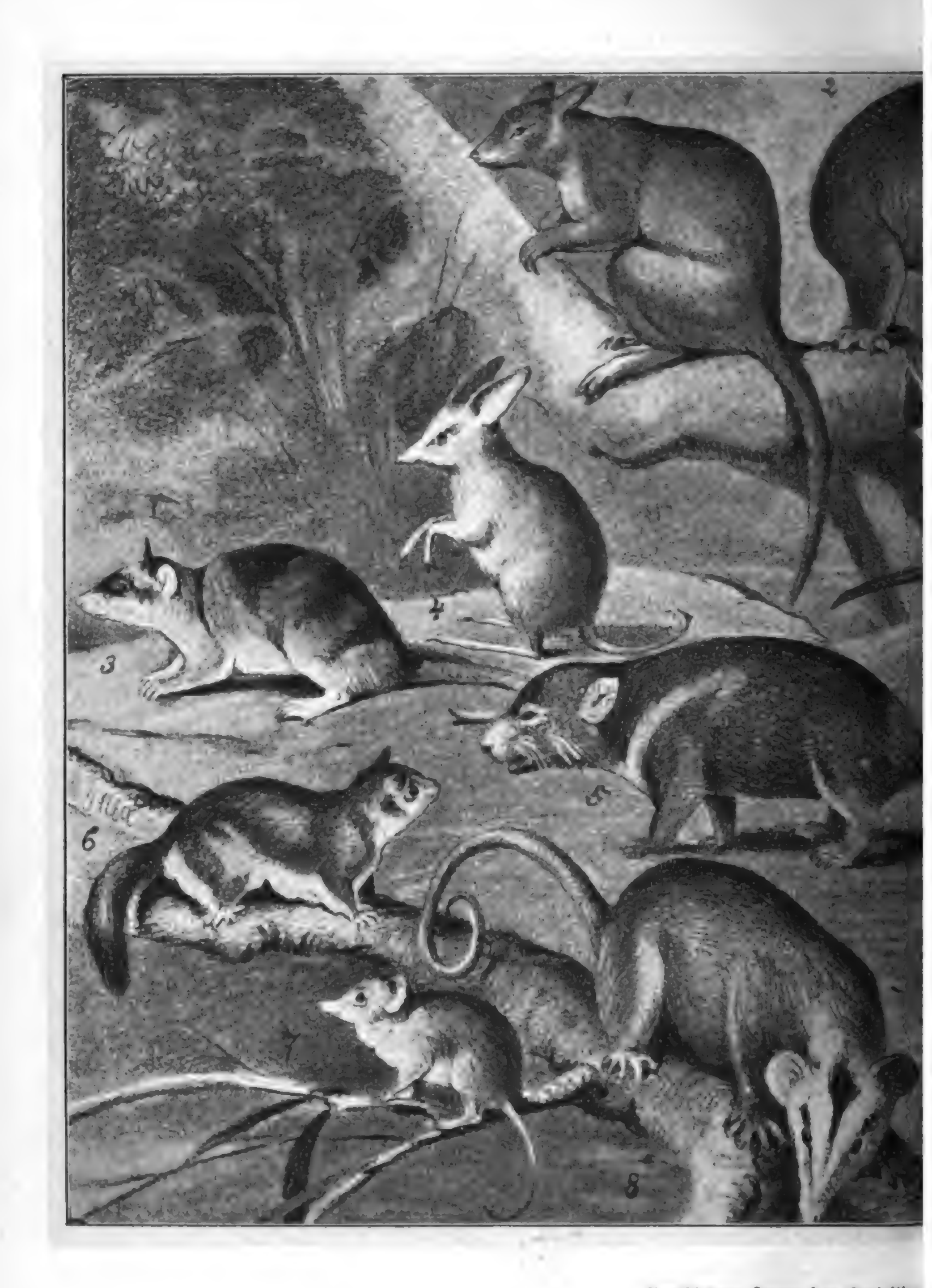
Beispiele von künstlichen Schutzvorrichtungen im Tierreich.
Gehäuse, die von verschiedenen im Wasser lebenden Larven der sogenannten Köcherfliegen (Phryganeidae) hergestellt werden.
Bei *a* und *b* aus Pflanzenteilen, *c* aus Schneckenhäusern, *d* (in Nachahmung eines größeren Schneckenhauses) aus Sandkörnern.



Beispiel einer einheimischen Schmetterlingsraupe, die sich ein schützendes Futteral aus Blättern, Gras und Rindenstücken baut.
Die Puppe (links) bleibt in dem Futteral. Die dargestellte Art ist der einfarbige Sackspinner (Psyche unicolor).



Ein Beispiel von künstlichen Schutzvorrichtungen im Tierreich.
Die Raupe und Puppe eines exotischen Schmetterlings aus der Gattung der Sackspinner (Psyche), die sich mit einer Hülle aus Rinden und Blattstücken umgiebt und dadurch unkenntlich macht. (Vergl. das Bild S. 127 unten.)



Verschiedene Typen der Beuteltiere

1. Baumkänguruh (Dendrolagus) 2. Beutelbär (Phascolarctus). 3. Schwimmbeutler (Chironectes). 4. St
8. Beutelratte (Didelphys). 9 Riesenkänguruh (Macropus). 10. Beutelwolf (Thylacinus).
(Vergl. T



s Muster vielseitiger Anpassung.

utler (Choeropus) 5. Teufel (Dasyurus). 6. Flugbeutler (Petaurus). 7. Beutelgilbmaus (Antechinus).
Wombat (Phascolomys). 12. Beuteldachs (Perameles). 13. Beutelmarder (Dasyurus).

S. 135.)

Schneckenhäuser mit sich herumschleppen. Offenbar dienen ihnen aber diese nicht bloß als Schild, sondern auch als bergendes Versteck, — wobei sich in eigentümlichster Komplikation der Verhältnisse auch noch eine Art Symbiose (vergl. S. 5) zwischen dem muschelbewohnenden Krebs und gewissen auf Muschelschalen häufig angesiedelten Seerosen entwickelt hat; die Seerose schützt den Krebs durch ihre Nesselorgane vor manchem Angreifer und hilft ihn noch wirksamer unkenntlich machen, — der Krebs läuft zur Belohnung dafür mit Muschel und Seerose auf dem Buckel herum und schafft dem sonst am Fleck festhaftenden Tier alle Annehmlichkeiten der eine freie Nahrungssuche ermöglichenden Beweglichkeit. Andere Krebstiere abenteuerlichster Art, die Seespinnen (Maja), schleppen ganze Kolonien von Algen, Moostieren und Hydroidpolypen, ja selbst lebende Austern direkt auf dem Leibe mit sich herum. Die Wollkrabbe (Dromia) schiebt sich einen orangefarbenen Korkschwamm auf den Rücken und hält ihn sehr geschickt mit dem letzten Fußpaar fest; entreißt man ihn ihr, so sucht sie ihn so bald wie irgend möglich wieder zurückzugewinnen und zieht in Ermangelung einstweilen einen beliebigen Gegenstand über; im Aquarium hat man eine Krabbe sogar ein Stück Fensterglas so verwerten sehen.

Bei diesen letzten Beispielen ist überall bereits sehr evident, wie die Mittel zum Zweck des Versteckenspielens sich vergeschwistern mit direkten Schutzmitteln überhaupt. Die harte Muschel des Bernhardinerkrebses ist gleichzeitig sein künstlicher Panzer, der ihm auch dann noch durchhelfen mag, wenn er trotz der Verkleidung von einem Feinde erkannt ist. Erweitert man den Begriff „Anpassung“ in dieser Richtung, so hebt eine solche riesenhafte Fülle der im Tier- und Pflanzenreich vorhandenen Schutzvorrichtungen mit speziellsten Anpassungen an die Art der Feinde an, daß an ein Aufzählen auch nur der markantesten Beispiele für unsern Zweck gar nicht mehr zu denken ist. Einiges derart ist ja schon im ersten Kapitel dieses Bandes gegeben, wo gezeigt ist, wie Organismen sich in die absonderlichsten physikalischen Verhältnisse, hohe Frost- und Hitzegrade, die Nacht des Bergwerks, die abnormen Zustände der Tiefsee u. a. durch unermüdliche Anpassung zu finden wissen. Zieht man das alles hinzu, so kommt man gar nicht mehr aus den Anpassungen heraus. Das ganze Leben der Pflanze ist eine Anpassung an Luft, Licht, Wasser und Erde. Umgekehrt ist das Tier, das ohne den von der Pflanze gelieferten, bereits organisch verarbeiteten Stoff überhaupt nicht leben kann, eine einzige große Anpassung an die Pflanzenwelt. Innerhalb der Tierwelt sondern sich allenthalben wieder die beiden fundamentalen Anpassungen an das Leben in der Luft und das Leben im Wasser voneinander — und zwar hier schon mit tausend Varianten im Detail, da nicht etwa ein großer, fest in sich abgeschlossener Teil der Tiere im Wasser, ein anderer auf dem Lande lebt, sondern innerhalb der einzelnen scharfen Tierstämme das Anpassungskunststück bald da, bald

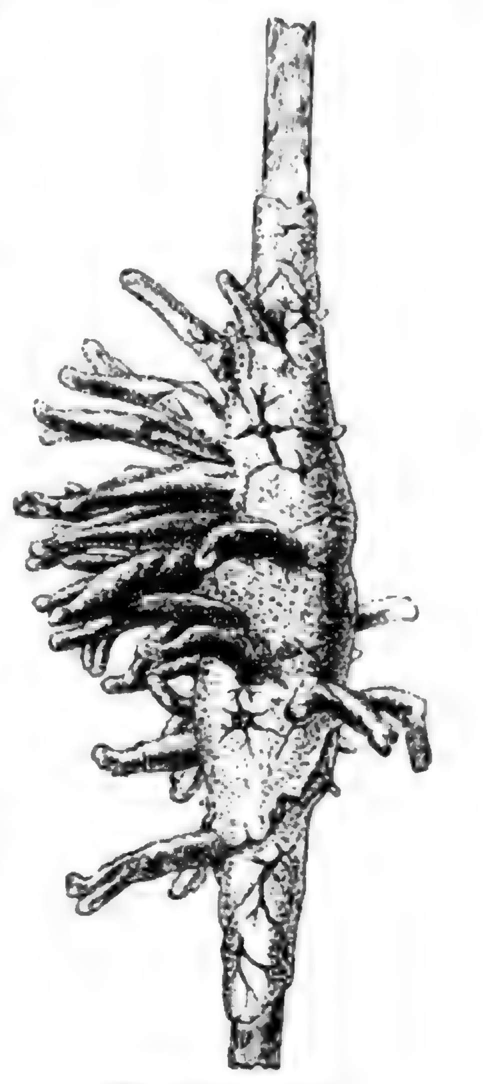
dort immer von neuem gemacht ist mit all den Variationen, die die verschiedenen Grundtypen im einzelnen bedingen mußten. Innerhalb dreier so fundamental verschiedener Tierstämme wie die Wirbeltiere, die Weichtiere und die Gliedertiere finden wir (für jeden selbständig und von seiner Organisation aus) dreimal das Kunststück gelöst, ausschließlich im Wasser zu atmen oder ausschließlich in der Luft zu atmen, wozu dann noch die amphibischen Formen kommen, die beides zugleich fertig bringen; dabei kann die Art, wie die Luftatmung erreicht wird, so total verschieden sein, wie z. B. zwischen den höheren Wirbeltieren, die durch die am vorderen Darmabschnitt ausgestülpten Lungen atmen, und den höheren Gliedertieren, die mit Hilfe eines verwickelten, alle Organe umspinnenden und durch Luftlöcher mit der Außenwelt in Verbindung gesetzten Systems feiner Röhrchen (sogenannte Tracheen) den Sauerstoff auffangen. Im Kreis der Wirbeltiere ist eine Klasse, die der Fische, ziemlich ausschließlich dem Wasser angepaßt; aber in keiner der übrigen, sonst so sehr verschiedenen Klassen fehlen einzelne Ordnungen, die auch ins Wasser gegangen sind und eine fischähnliche äußere Gestalt angenommen haben: vom kleinen Wassermolch bis zum riesigen Ichthyosaurus, von der Wasserschildkröte bis zum Walfisch; selbst die energischste aller Luftanpassungen, der Vogel, hat im Pinguin mit seinem zur Flosse umgeformten Flügel seinen fischähnlichen Vertreter erzeugt. Und noch neue Kunststücke muß die Anpassung leisten infolge des zufälligen chemischen Umstandes, daß ein Teil des Wassers auf der Erde salzfrei, der andere mehr oder minder stark salzhaltig ist. Unter den Fischen sondern sich, wie schon jeder Freund der Tafelfreuden gut genug weiß, die Süßwasser- und Salzwasserbewohner zu zwei großen Gruppen, und ebenso ist es bei den Schildkröten. Der Walfisch schwimmt nicht in unsern Binnenseen, umgekehrt geht, trotz des Schiller'schen Verses von den „Salamandern und Molchen und Drachen", kein Molch in den Ocean. Und doch bricht die Anpassung selbst hier im Detail noch wieder durch alle Schranken. Die Eidechsen, die jetzt nur in den seltsamen Amblyrhynchus-Arten des verlorenen Südseewinkels der Galapagosinseln noch eine echte Meerform besitzen, haben vor langen Zeiten mit zahllosen, zum Teil riesigen Formen, Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Mosasaurus und wie sie alle heißen mögen, alle Oceane der Erde bevölkert. Das bunte Volk der Insekten, das jedes winzigste Süßwassertümpelchen durchwimmelt, zeigt im allgemeinen eine äußerst energische Abneigung gegen alles, was salzig schmeckt; und doch läuft im Stillen Ocean, Hunderte von Meilen vom nächsten Lande entfernt, zu Scharen eine Wanze (Halobates) auf der Wogenfläche der Hochsee herum. Umgekehrt haben ganze Stämme, wie der der Cölenteraten (Schwämme, Polypen, Medusen) sich nahezu bloß dem Meere angepaßt; und dennoch wieder giebt es in unserer niedlichen kleinen Hydra einen Süßwasserpolypen, einen echten Verwandten jener farbenschönen Seerosen und Korallen der

blauen Meeresgründe, der wie eine winzige grüne oder braune Blüte an den Unterseiten der Teichlinsen hängt; um die Holzstücke in unsern fließenden Gewässern spinnt sich als seltsame lebende Kruste der Süßwasserschwamm (Spongilla), und in einem Londoner Warmhaus-Becken, in dem die prachtvolle südamerikanische Wasserrose Victoria regia gepflegt wurde, stellte sich eines Tages, offenbar mit den Pflanzen eingeschleppt, sogar eine kleine Süßwasserqualle ein, — seither hat sich zu ihr auch eine Genossin im afrikanischen Tanganjikasee gefunden. Von den süßwasserfeindlichen Waltieren hat sich eine einzige Gattung (Inia) in den Amazonenstrom und Orinoko verirrt, und eine zweite, der groteske Schnabeldelphin (Platanista), in den Ganges.



Der grüne Süßwasserpolyp (Hydra viridis).

Eine wahrhaft wunderbare Anpassungskette zeigt sich innerhalb des Luftlebens in den zahlreichen Varianten über das Thema „Fliegen". Daß die Anpassung des Körperbaues an die freie Bewegungsmöglichkeit in der Luft eine enorme Menge von Schutz und Hilfe in allen Lebenslagen bieten mußte, liegt auf der Hand. Das sehen wir denn aber auch ergiebig genug ausgenutzt, und zwar abermals in den verschiedensten Lösungen. Ein Blick auf das umstehende Bild mag dem Leser ein paar Formen ins Gedächtnis rufen, die alle dem Stamm der Wirbeltiere angehören. Tief schon in der untersten Klasse erhebt sich aus dem Ocean der „fliegende Fisch" (aus den Gattungen Dactylopterus und Exocoetus), um mit Hilfe seiner Vorderflossen, die als Fallschirm dienen, eine kurze Strecke weit dahin zu fliegen, — die doppelte Flugkraft bloß: und schon käme er unserer Fledermaus gleich. Auf Borneo saust ein Laubfrosch (Rhacophorus) vermöge seiner enormen Schwimmhäute, die zwischen den Zehen eine sehr viel größere Oberfläche bedecken, als der ganze Körper selbst ausfüllt, von hohen Bäumen herab, und ähnlich wiegt sich abwärts flatternd das kleine Farben-



Süßwasserschwamm (Euspongilla lacustris).
½ natürl. Größe.
Aus dem Tegelsee bei Berlin



Verschiedene Anpassungen an das Fliegen durch die Luft bei Wirbeltieren.

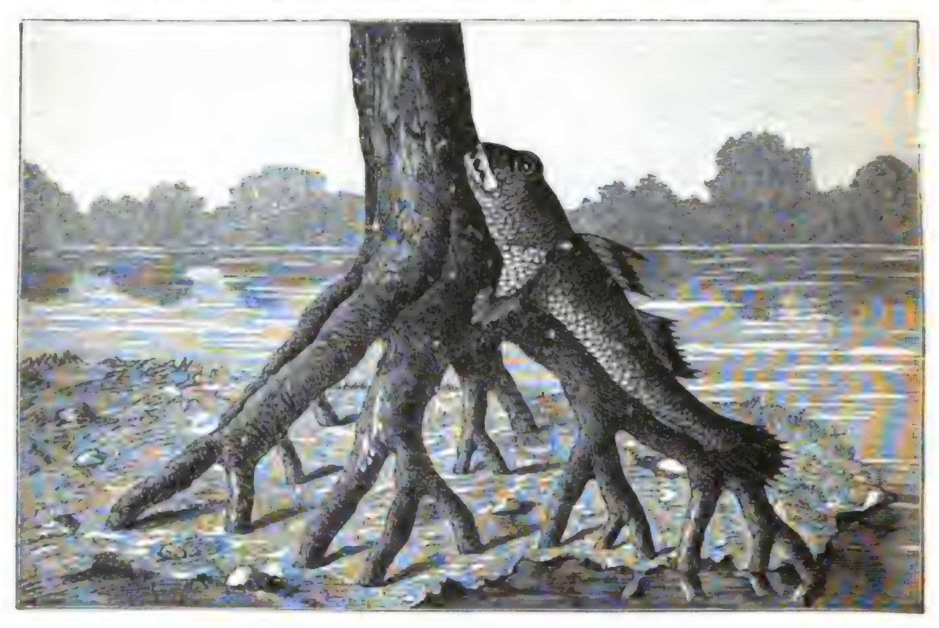
1. Ein fliegender Halbaffe (Galeopithecus). 2. Ein fliegendes Nagetier (Flughörnchen, Pteromys). 3 Ein fliegendes Beuteltier (Petaurus). 4 Eine fliegende Eidechse (Flugdrache, Draco). 5. Ein fliegender Frosch (Rhacophorus). 6. Ein fliegender Fisch (Exocoetus).

juwel der Sunda-Inseln, die fliegende Eidechse (Flugdrache, Draco volans) auf einer jederseitigen fallschirmartigen Hautwucherung, die von den ersten sechs falschen Rippen gestützt wird. Unvergleichlich viel besser müssen aus der Gruppe der Reptilien voreinst schon die heute völlig ausgestorbenen Flugechsen der Gattungen Pterodactylus und Rhamphorhynchus geflogen sein; hier zog sich von einem übermäßig lang entwickelten Finger eine sichelförmige Flughaut bis zu den Hinterbeinen, und die tragende Kraft war bereits so gewaltig, daß Kolosse von 6 m Spannweite durch die Luft entführt werden konnten. Über die herrliche Fluganpassung in der von den Reptilien abgezweigten Klasse der Vögel braucht kein Wort verloren zu werden, es sei nur an den Albatros (Diomedea) erinnert, der mit seinen bis zu 4¼ m klafternden Schwingen buchstäblich im stande ist, die ganze Erde (in einer bestimmten Zone) zu umfliegen. Bei den Säugetieren ist in den verschiedenen Ordnungen dieselbe Bahn selbständig sichtbar, die von dem Flugdrachen zum Pterodaktylus leitet. Auch hier, bei dem Flugbeutler (Petaurus) aus der Gruppe der Beuteltiere, dem fliegenden Eichhörnchen (Pteromys) aus den Nagetieren und dem Pelzflatterer (Galeopithecus), der an der Grenze von Insektenfressern und Halbaffen im System noch schwankt, bildet zuerst die erweiterte, pelzbedeckte Haut einen Fallschirm von Bein zu Bein. Das nächtliche Geschlecht der Fledermäuse fügt dann, dem Pterodaktylus sehr ähnlich, aber noch weit solider, in die nackte Flughaut ihre spinnenartig verlängerten Finger ein, genau nach dem Prinzip des Gestelles in unseren Regenschirmen. Die Flugapparate des Menschen endlich, die sich als höchste Krönung der Luftanpassung im Säugetierstamm hier anschließen, schwanken bekanntlich bisher nicht mit vollem Glück zwischen zwei von der Natur anderswo bereits praktisch verwerteten Prinzipien: — einmal dem Luftballon, der, auf die Luft angewendet, dem entspricht, was innerhalb des Wassers die mit Luft gefüllte Schwimmblase des Fisches leistet, und ebenso jener trefflichen Hilfsanpassung beim Fliegen sich nähert, die sowohl die Vögel wie die Pterodaktylen in ihren hohlen, also leichteren und ballonartig wirkenden Knochen besitzen; dann, bei den neuerdings wieder erfolgreicher, wie es scheint, aufgenommenen Versuchen, jenem einfachen Mechanismus des Fallschirms.

Mit alledem ist übrigens das Kapitel vom Fliegen lange nicht erschöpft. Wir sind jetzt bloß bei den Wirbeltieren geblieben. Ganz neue Methoden mit dennoch glänzendstem Erfolg hat ein anderer Tierstamm, der der Gliedertiere, in den Flugmechanismen der Insekten eingeschlagen. Ist beim Wirbeltier der Weg durchweg der, daß die äußeren Flugorgane sich an die Gliedmaßen anschmiegen (vielleicht bloß mit Ausnahme des kleinen Draco), bis schließlich auf der höchsten Stufe, beim Vogel, die Vordergliedmaßen entscheidend zum „Flügel“ werden, so fliegt umgekehrt kein einziges Insekt „mit den Füßen“, sondern seine Flügel entwickeln sich als ganz neue Anhänge

aus dem Rücken des Mittelleibes, wie das schon ein einziger Blick auf einen Schmetterling zeigen kann. Dennoch sind der Schmetterling oder die Fliege wahrhaftig in der Brauchbarkeit der Anpassung nicht weit hinter dem Ideal der Wirbeltiere, dem Vogel, zurückgeblieben, — wobei man allerdings nicht vergessen darf, daß die Massen, die bewegt werden sollen, in gar keinem Verhältnis selbst zum kleinsten Vogel oder Flughörnchen stehen und somit doch das Insekt leichteres Spiel hatte.

Zwischen den Anpassungen an Luft und Wasser liegen, wie schließlich



Ein Kletterfisch.

Schlammspringer (Periophthalmus Koelreuteri).

Diese kleinen Fischchen der Loangoküste (Afrika) können stundenlang außerhalb des Wassers bleiben. Sie benutzen ihre Brustflossen wie Füße, laufen gleich Eidechsen über den Strand und klettern hoch an dem Wurzelwerk der Mangrovenpflanzen empor.

jedem bekannt, die zahllosen an die verschiedenen Bodenbeschaffenheiten des Festlandes. Da kommen in Betracht das Graben, Laufen, Kriechen, Springen, vor allem auch, wieder in engerer Anpassung besonders an die mit hochstämmigem Pflanzenwuchs bestandene Erde, das Klettern. Über das Klettern ließe sich ein ebenso langes Kapitel schreiben wie vom Fliegen. Tritt doch bei den Wirbeltieren schon im Reich der Fische, wo die volle Kiemenatmung noch herrscht, mit dem kleinen, lustigen Schlammspringer der afrikanischen Tropenregion, dem Periophthalmus Koelreuteri, eine Verwandte unserer Flußgrundeln auf, die allen Ernstes stundenlang außer

Wasser gehen und mit Hilfe ihrer Vorderflossen im Gewirre der Mangroven-wurzeln meterhoch emporklettern kann. Das andere Extrem ist unter den Säugern dann etwa das Faultier (Choloepus und Bradypus), das sich so sehr dem Kletterdasein angepaßt hat, daß es freiwillig niemals mehr aus dem Blätterzelt seiner Bäume auf den flachen Boden herabsteigt; seine Pfoten sind zu harten, drei- oder gar bloß zweizehigen Haken nach Art unserer Messerklingen zum Öffnen von Champagnerflaschen geworden, und der Kopf hat die Fähigkeit gewonnen, sich, ohne daß der struppige Körper in seiner herabhängenden Lage am umklammerten Ast sich zu bewegen braucht, nahezu um seine Achse zu drehen. Und dazu nun, wenn wir bloß bei den Säugetieren bleiben wollen, die Kontraste der Maulwürfe im lockeren Erdreich, deren Füße die Gestalt von Grabschaufeln angenommen haben, der Pferde oder Antilopen, die auf hartem Huf pfeilschnell die Ebene durchsausen, der springenden, geräuschlos auf runder Pfote sich bewegenden Katzen, des Affen, der vierhändig sich von Ast zu Ast schwingt, der Springmaus, die hochbeinig die Wüste durchhüpft, — oder endlich des Menschen, der alle diese Anpassungen gleichzeitig verbindet und durch künstliche Hilfen weit zu überbieten weiß!

Die beigeheftete Tafel „Beuteltiere" mag zusammenfassend an einem guten Beispiele zeigen, wie in einer einzigen Säugerordnung fast alle diese Landanpassungen zusammengedrängt auftreten. Auf ein enges Verbreitungsgebiet seit langer Zeit beschränkt (Australien und in einer kleinen Gruppe Amerika), dabei aber den geologischen Überlieferungen zufolge der Rest einer ehemals sehr viel größeren und weltbeherrschenderen Säugerabteilung, weisen die Beuteltiere so, wie sie jetzt vor Augen stehen, geradezu das Muster einer fast erschöpfenden Ausstrahlung nach allen in ihrem engen Lande möglichen Anpassungsgebieten hinüber. Da sehen wir einfache Lauftiere: die nächtlichen Räuber Beutelwolf (Fig. 10), Teufel, wie ihn die Ansiedler in Australien tauften (Fig. 5) und Beutelmarder (13). Tiefe Höhlen gräbt sich der dicke, kurzbeinige Wombat (11), ebenso der Beuteldachs (12) und der Stutzbeutler (4), dessen Vorderpfoten nur zwei gleich starke Zehen wie das Schwein besitzen. Beuteldachs und Stutzbeutler weisen trotz ihrer Wühlarbeit aber bereits lange Hinterbeine gleich Springmäusen. In der Gruppe der Känguruhs (9), die die Riesen der ganzen Ordnung umschließt, ist dieses Springen zur auffälligsten Entfaltung gekommen, die Zehen der Hinterfüße sind entsprechend auf vier reduziert (der Daumen fehlt), gleichzeitig ist der Schwanz aber so muskulös und dick geworden, daß er dem aufgerichteten Körper als dritter Sitzfuß gleichsam und energische Stütze dient. Von dem Springen der Känguruhs in der Grasebene leitet eine glatte Anpassungslinie zu dem Leben auf Bäumen, dem Springen von Zweig zu Zweig und Klettern. Das Baumkänguruh (1) ist noch ein echtes Känguruh, aber auch schon ein echter Kletterer. Beim Beutelbären (2), der

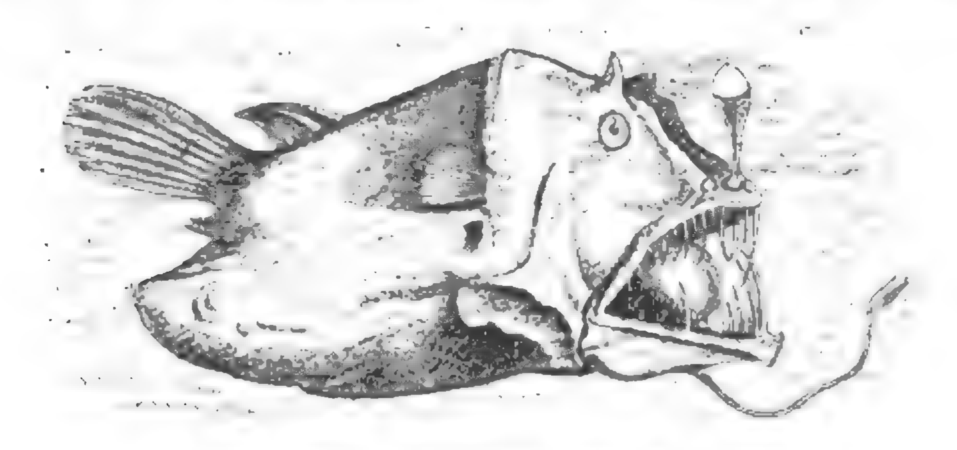
fast ausschaut, als sei der grabende Wombat auf den schwankenden Ast gesetzt, sind die Kletterpfoten bei den Vorderfüßen statt einfacher Gegenüberstellung von Daumen und Fingern gleichsam in zwei entgegenstellbare Bündel (von zwei und drei Fingern) geteilt, also eine Art Zange bildend, wie sie ähnlich beim Chamäleon wiederkehrt. Ein anderer Kletterer, die amerikanische Beutelratte (8), hat den Schwanz, den das Känguruh als Stütze brauchte, umgekehrt in ein Greiforgan verwandelt, das er fest um den Zweig wickeln und unter Umständen das ganze Gewicht des übrigen frei herabhängenden Körpers tragen lassen kann. Es liegt nahe, daß der Kletterer, der sich so von Ast zu Ast gleiten läßt, schließlich auch noch zur Luftanpassung kommt. Bei der Beutelgilbmaus (7) in Anfängen und sehr schön entwickelt beim Beuteleichhorn (6) ermöglicht sich das denn allen Ernstes, eine Flughaut bildet den Fallschirm. Damit im ganzen aber kein Glied der Möglichkeitskette fehle, sehen wir in Fig. 3 auch noch beim amerikanischen Schwimmbeutler große, froschartige Schwimmhäute zwischen den Zehen der Hinterfüße sich ausbilden und eine Wasseranpassung schönster Art einleiten. Ein auf der Tafel nicht dargestelltes, aber nebenstehend gebotenes Beuteltier, der kürzlich erst entdeckte Beutelmaulwurf, ergänzt gleichzeitig über den Wombat fort die Reihe zu den völlig unterirdisch lebenden, blinden Wühlanpassungen. Eine eingehende Betrachtung der Tafel wird das Gesagte wohl nach allen Richtungen völlig klar machen, so daß weitere Beschreibungen und Beispiele unnötig sind. Nur das möge man dabei genau festhalten, daß es sich bei allen diesen vierzehn Anpassungen um solche aus dem einen Typus der Beuteltiere handelt, Tiere, die sich eben durch den eigentümlichen Beutel, in dem ihre Jungen in unreifem Zustande geboren und längere Zeit mit herumgeschleppt werden, ganz wesentlich von den sämtlichen höheren Säugern unterscheiden. Die übrigen Einzelordnungen der Säuger bieten für sich wieder zahlreiche parallele Anpassungen, an die zum Teil schon die Namen hier, wie Beutelwolf, Beutelmaus, Beuteleichhorn u. s. w. erinnern.



Der Beutel-Maulwurf (**Notoryctes typhlops** *Stirling*), ein 1888 entdecktes, unterirdisch nach Art unserer Maulwürfe lebendes Beuteltier Neuhollands. Das Auge ist äußerlich nicht bemerkbar, die Nase mit einer Hornplatte zum Wühlen bewehrt. Das Tier liegt auf dem Rücken. (Nach Stirling.)

Auf die zahllosen Anpassungen, die das Wort Verteidigungswaffen und Angriffswaffen der Tiere umschließt, braucht wohl bloß hingewiesen zu

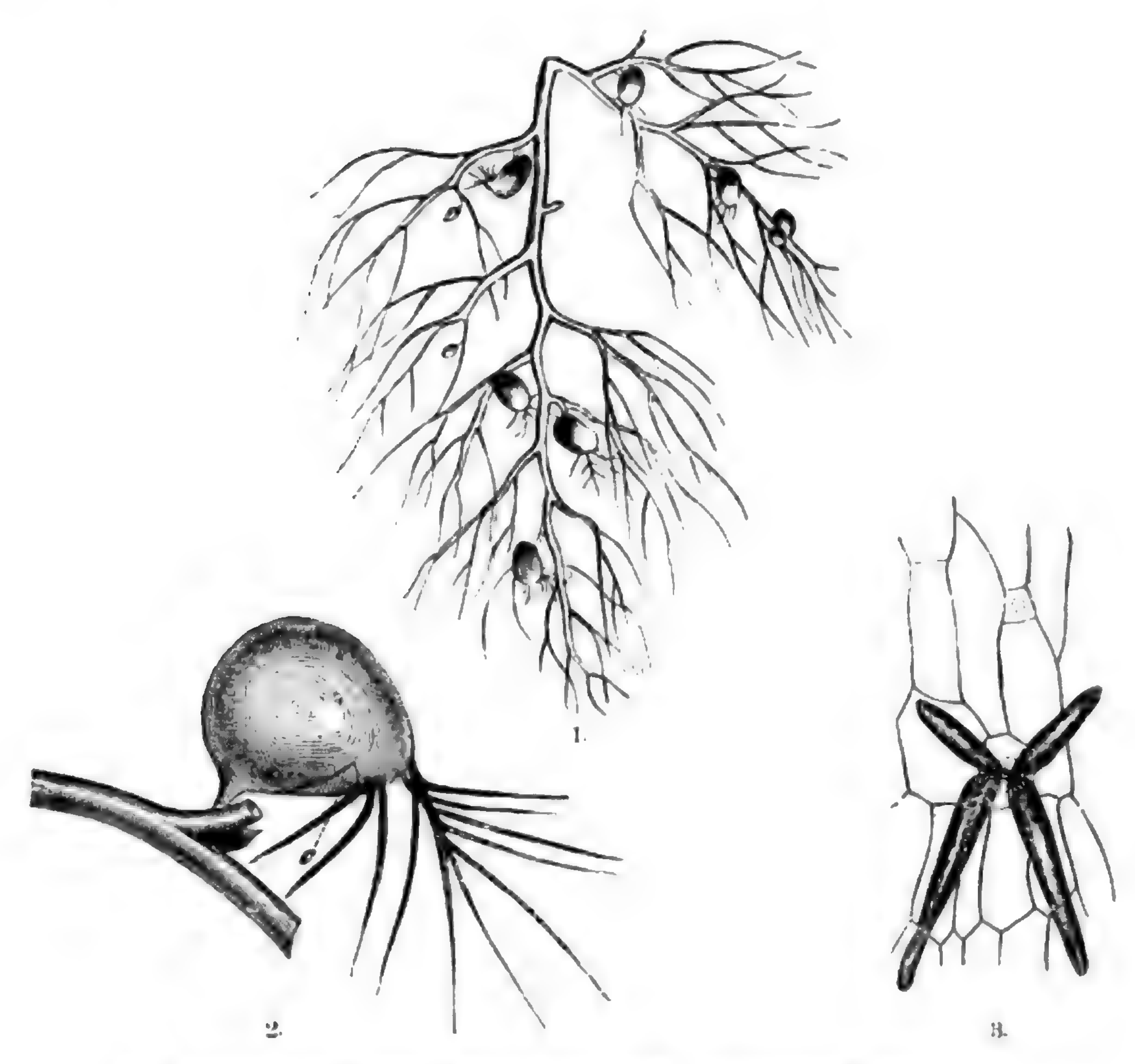
werden: Beispiele genug kennt ja jeder. Hervorgehoben sei auch hier nur noch die Universalität in der Ausnutzung der gegebenen Naturkräfte. Eine ebenso verwickelte wie glänzende Anpassung an das Licht ist das Auge, das bei den einzelnen Tierstämmen in immer konsequenterer Durchbildung sich zeigt, — dem Jäger zum Gewinn wie dem Jagdtiere. Aber auch selbst lichterzeugend sind eine Menge von Organismen, und zwar zu den verschiedensten guten Zwecken: zum Anlocken von Beutetieren (nach gangbarer Hypothese bei Tiefseefischen) wie (bei unsern niedlichen „Johanniswürmchen“, der Käfergattung Lampyris) zur Verständigung zwischen den Geschlechtern. Bedenkt man den seit Hertz' schönen Versuchen nicht mehr zu bestreitenden engsten Zusammenhang zwischen Lichtwellen und elektrischen Wellen, so kann es kaum wunder nehmen, daß auch die Elektricität von



Beispiel einer Lockvorrichtung aus dem Tierreich.
Der Fackelfisch (Linophryne lucifer).
Der Fisch ist ein mit gewaltigen Zähnen bewehrter Räuber, der im Dunkeln jagt. Mit Hilfe seiner Leuchtapparate (Leuchtkolben der Nase und leuchtender Bartfaden) lockt er kleinere Fische an, die ihm zur Nahrung dienen. Der am Unterkiefer hangende lange Bartfaden wird dabei von seinen Opfern für einen heranschwimmenden leuchtenden Wurm gehalten. Im Maule des dargestellten Exemplars gewahrt man einen solchen grade verschluckten Fisch. (Nach Collett.)

der Anpassung ausgenutzt wird: in der That besitzen gewisse Fische, der Zitteraal (Gymnotus) der Sümpfe Venezuelas, der Zitterwels (Malapterurus) in den Flüssen Süd-Afrikas und der schon im Mittelmeer häufige Zitterroche (Torpedo) besondere elektrische Schutzorgane, mit deren Hilfe sie furchtbare elektrische Schläge austeilen können, — merkwürdigerweise übrigens doch eine relativ vereinzelte Erscheinung, der man aus dem Gesamtbereich der organischen Welt bloß wieder den Menschen mit seinen künstlichen elektrischen Batterien (auf die er spät genug gekommen ist) an die Seite setzen kann.*)

*) Es ist jedenfalls nützlich, sich hierbei aber auch daran zu erinnern, wie lückenhaft unsere Kenntnisse noch sind. Über alle möglichen Verwertungen elektrischer und sogar magnetischer Kräfte durch Organismen (z. B. Wandervögel u. a.) wird heute allerlei gefabelt, es ist aber deswegen, weil solche Fabeleien meist auf Trugschlüssen beruhen oder von Dilettanten böseſter Sorte ausgehen, umgekehrt noch lange nicht erwiesen, daß nicht die Rolle dieser gewaltigen



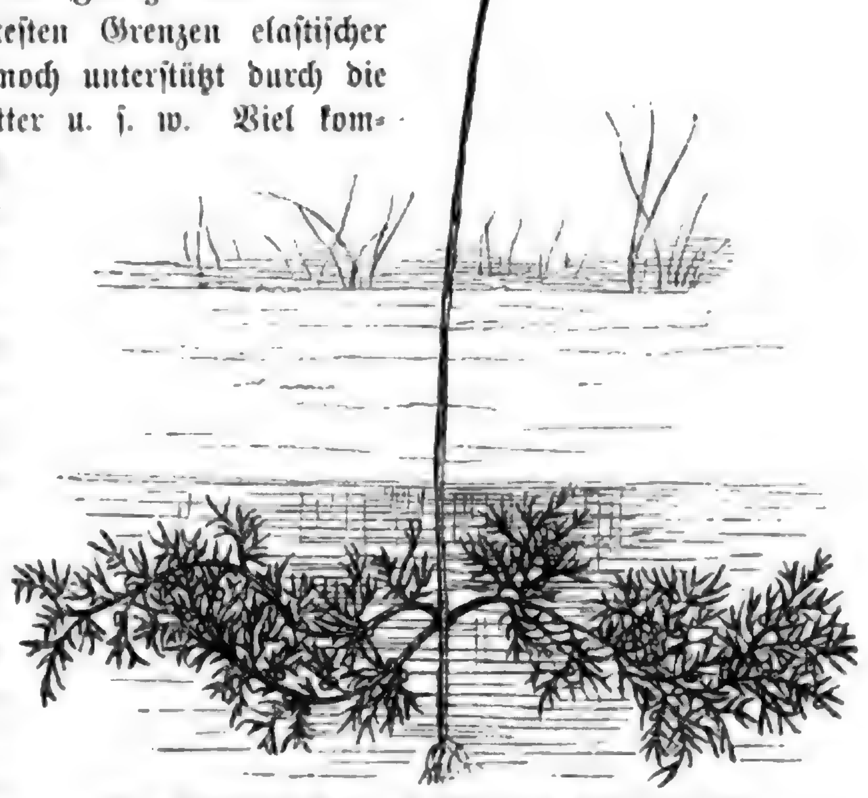
Der Fangapparat einer insektenfressenden Wasserpflanze (Utricularia).
Vergl. das gegenüberstehende Bild.

Die Utricularia-Arten gehören zu den wurzellosen Wasserpflanzen, die sich unter Wasser schwebend erhalten. Im Frühjahr entwickelt die Pflanze Seitenstengel mit Blättern, die in haarfeine, vielfach gegabelte Spitzen auslaufen (Fig. 1). An den Hauptabschnitten dieser Blätter wachsen winzige, nur ein paar Millimeter im Durchmesser große blaßgrünliche Bläschen, die in höchst eigentümlicher Weise als Fallen für kleine Wassertiere benutzt werden. Fig. 2 zeigt ein einzelnes solches Bläschen in Vergrößerung. Bei *c* (unten) führt eine Art von Mundöffnung in die Blase hinein, rings umgeben von steifen Borsten. Im Innern liegt vor der Öffnung eine dünne, durchscheinende Klappe. Naht ein Tier der durch die Borsten kenntlich gemachten Stelle, so drückt es mit Leichtigkeit diese elastische Klappe so weit auf, daß es durch den Spalt einschlüpfen kann. Sobald der Durchgang aber passiert ist, schnappt die Klappe zurück und kann nun von innen her unmöglich wieder geöffnet werden. Ist das eingesperrte Tier dem Hungertode oder der Erstickung erlegen, so beginnen gewisse Saugzellen in der Wand des Bläschens (Fig. 3 zeigt in sehr starker Vergrößerung vier kreuzförmig um eine Fußzelle gruppierte Zellen dieser Art) die organischen Stoffe des Opfers aufzusaugen, die Pflanze „frißt“ im buchstäblichen Sinne das Tier. Die Hauptmasse der Opfer sind winzige Krebschen (Cypris, Daphnia, Cyclops), wie sie in Menge die kleinen Tümpel der Torfmoore, in denen die Pflanze schwimmt, beleben. Man hat in einer einzigen Blase schon die Reste von 24 solcher Krebschen gefunden, die höchstwahrscheinlich die Falle für ein geschütztes, größeren Verfolgern unzugängliches Versteck hielten.

Naturkräfte im Leben der Organismen weitgehendste Einflüsse dennoch ausüben und zu mancherlei uns noch verborgenen Anpassungen geführt haben könnten. Diese Art Physik in der Biologie ist vorläufig nur allzu oft noch ein unbeschriebenes Blatt für uns.

Die Anpassungen an die bewegten Luftwellen, teils passiv im Ohr, teils aktiv im Erzeugen von Warnrufen (z. B. bei gesellig lebenden Tieren), Drohrufen (z. B. das Zischen der Schlange oder das Knurren des Hundes) oder Liebesrufen (Nachtigall) bis herauf zu der herrlichen Sprache des edelsten Säugetiers, des Menschen, sind dafür um so zahlreicher bei allen höheren, landbewohnenden Tieren.

Weniger geläufig sind dem Laien meistens die Schutzanpassungen bei den Pflanzen, obgleich sie aller Orten vor Augen stehen. Prächtig sind schon die Schutzmittel, mit denen die festwurzelnde Pflanze ihrem furchtbarsten Feinde, dem heransausenden Winde, zu begegnen weiß: in der Biegsamkeit der Zweige und Blätter bis zu den weitesten Grenzen elastischer Möglichkeit und noch unterstützt durch die Formen der Blätter u. s. w. Viel komplizierter aber noch gestalten sich die Schutzmaßregeln gegen das Tier, das (selbst im Banne einer großen Anpassung) beständig zum Zweck seiner Ernährung die Pflanzen bedroht. Eine solche Maßregel, die an Energie nichts zu wünschen übrig läßt, ist beispielsweise das tödliche Gift, das viele Pflanzen in ihren eßbaren Teilen, besonders den Früchten, entwickeln. Ferner die Einlagerung von Kieselsäure in die Zellenhaut, die z. B. die Schachtelhalme ungenießbar macht; die scharfen Dornen, Borsten, bei der Berührung sich einhakenden Stacheln; endlich die auch im Tierreich, z. B. bei den Medusen verwerteten brennenden, d. h. vergifteten Borsten, die jedermann von der Brennessel her kennt. Äußerst drollig ist es allerdings manchmal, den Kampf der sich widerstrebenden tierischen und pflanzlichen Anpassungen miteinander zu verfolgen: so wenn die Tollkirsche sich durch ein furchtbares, auch dem Menschen tödliches Gift einen Freipaß verschafft zu haben scheint



Eine insektenfressende Wasserpflanze (Utricularia).
Vergl. die Erklärung zu den Bildern S. 138.

und dann doch ein kleines Käferchen, die Haltica atropae, sich selbst diesem Gifte anpaßt und die Pflanze zu seiner Hauptnahrung erwählt, — oder wenn die Raupe unseres kleinen Fuchses (Vanessa urticae) es fertig bringt, die Blätter der Brennessel gewohnheitsmäßig zu verdauen.

Übrigens gehen die Pflanzen nicht bloß in der Schutzanpassung ihr gutes Stück Weg mit: sie werden auch aktiv, und zwar in doppelter Weise. Zunächst in einer Reihe von Fällen direkt so, daß sie den Spieß umkehren und sich Anpassungen leisten, die Tiere festhalten und zur Nahrung der Pflanze machen. Das sind die viel genannten „insektenfressenden Pflanzen“, auf die man erst in neuerer Zeit, und zwar wesentlich durch das Verdienst Darwins aufmerksam geworden ist. Es giebt auf der Erde etwa fünfhundert bis jetzt bekannte Pflanzenarten, die mit Hilfe der raffiniertesten Vorkehrung kleine Tiere fangen und in einer regelrechten Weise als Nahrung verdauen. Das Wie des Fangens ist in den einzelnen Fällen außerordentlich verschieden. Eine Gruppe von Wassergewächsen (Utricularia), die besonders dem Fang winziger Krebschen obliegt, entwickelt wunderliche kleine Blasen, deren Öffnungsmechanismus den Tieren wohl das Eindringen gestattet, den Austritt aber nach der Methode unserer Fischreusen und Mausefallen verwehrt, — die Zeichnung auf S. 138 mit ihrer Erläuterung zeigt es im Detail. Bei den sogenannten Kannen- oder Schlauchpflanzen (Sarracenia, Nepenthes u. a.) bilden sich die Blätter zu tiefen, kannenartigen Fallgruben um, in die Insekten aller Art hineinrutschen, worauf sie durch die von oben nach unten gerichteten Stachelborsten am Wiederemporklettern verhindert werden und dem sauren Verdauungssaft der Drüsenzellen der Pflanze (einem wahren Magensaft) zum Opfer fallen; gewisse tropische Arten bringen es bis zu ½ m tiefen Behältern derart, die wohl schon ziemlich großen Tieren den Garaus machen können. Bei noch andern Tierfängern, zu denen unsere bekannte Gattung Sonnentau (Drosera) und die nordamerikanische Venus-Fliegenfalle (Dionaea) gehört, vollführt das Blatt, sobald ein Insekt sich darauf setzt, seltsame Bewegungen nach Art einer zugreifenden oder zuklappenden Hand, indem entweder Wimpern sich wie Finger über das Opfer krümmen oder das ganze Blatt sich wie die Flügel eines Tagschmetterlings nach oben zusammenklappt. Schon bei dieser Fangart ist ein Klebstoff von nöten, der das Insekt zunächst einen Moment festhält; und so giebt es endlich eine Gruppe, wo, wie z. B. bei dem portugiesischen Taublatt (Drosophyllum), die Blätter einfache Leimspindeln werden, an denen die Tiere festkleben, bis sie verdaut sind.

Nun könnte man, wenn man die kolossalen Mengen von Insekten sieht, die von jedem dieser Fleischfresser unausgesetzt erhascht werden, wohl fragen, was denn die Insekten veranlaßt, sich mit solcher Liebhaberei auf diese lauernden Ungetüme zu setzen. Die Antwort lehrt ein neues Gebiet der Anpassungen kennen und leitet zugleich zu der oben erwähnten, zweiten

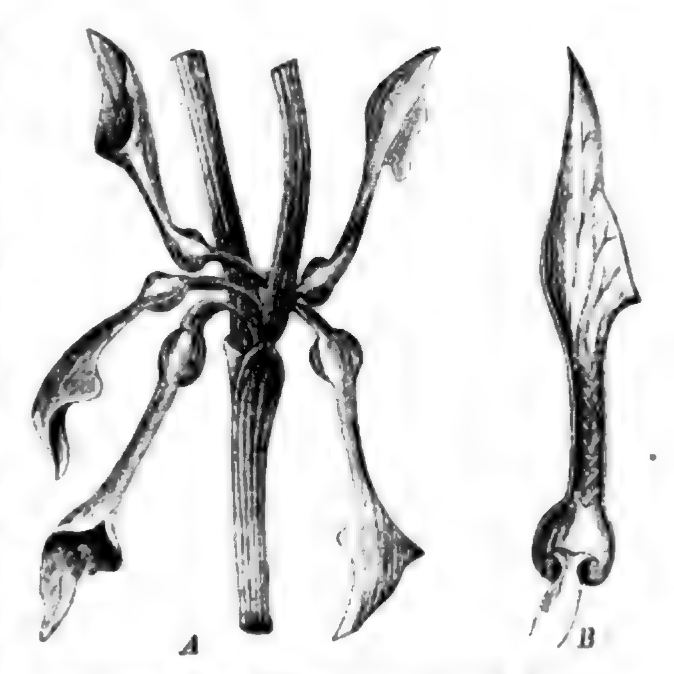


Beispiele von insektenfressenden Pflanzen.

1. Die Kannenpflanze (*Nepenthes destillatoria*). — 2. Der Sonnentau (*Drosera rotundifolia*). — 3. Die Venusfliegenfalle (*Dionaea muscipula*). — 4. Das Taublatt (*Drosophyllum lusitanicum*)

Rubrik von selbst über. Der Jäger, habe ich früher gesagt, der sein scheues Wild zum Schusse bringen will, zieht ein möglichst unscheinbares, der Waldfarbe entsprechendes Kleid an. Es giebt aber noch andere Mittel, Wild zu fassen, z. B. mit Fallen, wie es ja eben unsere insektenfressenden Pflanzen thun. Zu einer solchen Falle nun gehört ein Köder, etwa ein Stück Fleisch oder dergleichen. Für diesen Köder gilt das genau umgekehrte Prinzip wie für den Jägerrock: man legt ihn möglichst auffällig hin; der Speck der Mausefalle wird angebraten, damit der süße Duft den kleinen Näscher möglichst schon von weitem lockt. Genau so machen es unsere Kannenpflanzen und Fliegenfallen. Ihr Köder ist süßer Honig, und um ihn recht eindringlich selbst dem fern vorüberfliegenden Insekt anzumelden, wird die Honigstelle mit prachtvollen, äußerst auffälligen Farben geschmückt, und es werden köstliche Düfte von ihr ausgehaucht, die fernhin die Luft erfüllen. Wenige Menschen heute noch sind sich darüber klar, daß die wunderbare, auch unser Menschenauge so erfreuende Farbenpracht der Vergißmeinnicht- oder Goldlackblüten, daß der berauschende Duft der Rose, des Maiglöckchens, des Veilchens nichts anderes sind als Produkte sinnreicher Anpassung an den Geschmack des Insekts oder, im groben Wort, einfache Köder, die das Insekt zum Besuche einladen sollen. Nur das ist — und damit kommen wir auf einen neuen Punkt — zur Ehrenrettung, möchte man im Scherz sagen, der zarten Blumenkinder zu beachten, daß von den Tausenden herrlichster Farben- und Duftpflanzen bloß jenes kleine Häufchen von fünfhundert Arten den Köder in einem wirklich lebensgefährlichen Sinne ausnutzt. Bei dem ungeheuren Rest liegt die Anpassung auf einem andern und sehr viel friedlicheren Gebiete. Wenn alle Insekten, die den Farbenschönheiten und dem Duftrausch einer Blüte nachgehen und sich der Sirene als Gast ausliefern, mörderischen Fallgruben und umklammernden Blattborsten zum Opfer fielen, so gäbe es keinen Bienenhonig mehr zum Schrecken aller Frühstücksschwelger, ja überhaupt keine Bienen und — hier liegt das Entscheidende — auch keine Blüten selber mehr. Die weitaus größere Zahl der Blütenpflanzen hat nämlich ihren Honigköder in einen ganz anderen Dienst gestellt: statt in den des Magens in den der Fortpflanzung. Der Unterschied für das Insekt ist dabei so groß wie der zwischen einem freundlichen und von beiden Parteien belohnten Postillon d'amour und dem zerfleischten Opfer eines Tigers im Urwald. Es giebt ein großes Gesetz in weiten Gebieten der organischen Welt, das zum Zustandekommen einer ordentlichen, gesunden Zeugung die Vereinigung der Geschlechtsprodukte *zweier verschiedener* Individuen fordert. Wir werden später davon noch mancherlei hören. Zur Erläuterung des hier vorliegenden Anpassungsfalls sei nur so viel gesagt, daß, wie es beim Menschen schon ungesund ist, wenn Bruder und Schwester sich heiraten, so vollends bei einer Pflanze, die *beide* Geschlechter, männliches und weibliches Prinzip,

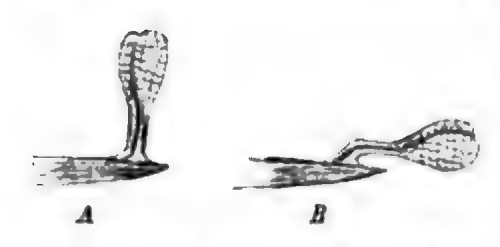
in derselben Blüte (in den männlichen Staubgefäßen und dem weiblichen Griffel) vereinigt, eine Selbstbefruchtung gradezu der Fortpflanzung der Art verhängnisvoll wird und durch alle Sorten von Anpassungen vermieden werden muß. Wie aber bei festsitzenden Pflanzen den Blütenstaub eines Pflanzenindividuums auf den Griffel eines zweiten bringen und umgekehrt? Ein Hilfsmittel bietet der Wind, der den Staub aufwirbelt und von Blüte zu Blüte treibt. Ganze Pflanzengruppen haben auch einseitig nach der Seite ihre Anpassungen entwickelt und durch offenes Ausstreuen ihres Samenstaubes das Problem gelöst. Eine Menge anderer aber hat eine viel bessere Brücke gefunden in der Anpassung von Insekten. Geködert durch Farbe, Duft und den dadurch angedeuteten Honig fliegt das Insekt von Blüte zu Blüte, bepudert sich dick mit Samenstaub und befruchtet, ohne daran zu denken, einfach beim Auskosten seiner Tafelfreuden ein ganzes Blumenfeld voll verlangender Griffel. Das Detail ist ein überaus reiches, hier gar nicht zu erschöpfendes. Verschiedene Beispiele, wie weit die Anpassung der Blüten an Insekten eventuell gehen kann, mögen die nächsten Bilder mit ihren Erläuterungen hier andeuten. Sicher ist, daß wir die gesamte Herrlichkeit unserer Flora vom duftrunkenen Ziergarten bis



Befruchtung der Blütenpflanzen durch Insekten.
Der Fliegenkerker der Osterluzei (Aristolochia clematitis)

Figur *A* zeigt die Blüten von außen, *B* eine einzelne im Längsschnitt. Die röhrenförmige Blüte, die an der allbeliebten Laubenpflanze unserer Gärten wohl jeder Leser einmal gesehen hat, ist im unteren, die Staubgefäße einschließenden Teil wie zu einem runden Kessel erweitert. In der oberen Röhre wachsen von den Wänden steife Haare, die für gewöhnlich abwärts gerichtet sind, also einem einkletternden Insekt (Fliege) den Weg ebenso frei geben wie die nachgiebigen Drahtspitzen des Loches in einer sehr bekannten Form unserer Mäusefallen. Ist die Fliege aber (auf der Suche nach irgend welchen lockenden Stoffen der Tiefe, die sich ihr in Geruch und Farbe der Blute angekündigt) bis zum Kessel vorgedrungen, so versperren ihr die jetzt spitz nach unten starrenden Borsten vollständig den Rückweg — sie ist gefangen. War sie vorher schon in einer ähnlichen Blüte und ist mit Blütenstaub bepudert, so wird sie beim ängstlichen Umherkriechen in ihrer engen Zelle zunächst den im Grunde des Kessels sitzenden Fruchtknoten damit berühren: die Befruchtung vollzieht sich. Gleich nachdem das geschehen, schließt sich die weibliche Narbe. Erst nachdem das gethan, öffnen sich die vorher geschlossenen Staubbeutel und bepudern die Fliege von neuem mit ihrem Samen, damit sie ihn weiter zu andern Blüten des Stockes trage. Damit das aber möglich sei, muß die Fliege doch wieder aus dem Kerker frei werden. Und in der That erschlaffen jetzt die Borsten der Röhre und nach mehrstündiger Gefangenschaft darf die Fliege hinauskriechen. Große Angst muß ihr der Vorgang nicht gemacht haben, denn man sieht sie alsbald von neuem in einer Röhre verschwinden. Die hier geschilderten Details geben nur den Umriß der kleinen Komödie wieder, werden aber eine ausreichende Vorstellung von den ebenso sinnvollen wie komplizierten Vorkehrungen der Natur erwecken, um die Selbstbefruchtung der mit männlichen und weiblichen Teilen versehenen Einzelblüte zu verhindern und dafür (mit Hilfe des Insekts) die Vermittelung zwischen zwei Individuen herzustellen.

zum Farbenrausch einer Hochgebirgsmatte ganz und gar nur diesem Köderauswerfen zu geschlechtlichen Zwecken verdanken, — worin denn allerdings, wie vielleicht nützlich ist hinzuzufügen, nur der ganz Unverständige etwas Erniedrigendes erblicken kann, während der wahre Naturfreund darin grade erst recht eine Offenbarung der gewaltigsten Macht im Werden der Dinge erkennt und zugleich freudig sich eines Erkenntnisfortschrittes ohnegleichen bewußt wird.



Befruchtung der Blütenpflanzen durch Insekten.

Das Umklappen der losgelösten Samenstaubmasse bei den Orchideenblüten.

Dem Insekt, das ins Innere der Orchideenblüte einzudringen sucht, klebt sich die befruchtungsfähige Samenmasse bei der leisesten Berührung in der Form, wie es Fig. *A* zeigt, auf den Kopf. Ist dies geschehen und fliegt das Insekt mit seinem zähen Hörnerschmuck weiter, so senken sich rein automatisch nach Verlauf einer halben bis ganzen Minute die dicken Kolben der Samenmasse wagerecht nach vorn. Nunmehr stehen sie (Fig. *B*) genau so, daß beim erneuten Eindringen des Insektenkopfes in eine zweite Blüte der Samen senkrecht auf die empfängnisfähige weibliche Narbe dieser Blüte treffen muß, worauf sich die Befruchtung vollzieht. Man kann den Prozeß nachmachen mit einer vorsichtig in die Blüte eingeführten Bleistiftspitze: die Samenkolben werden sich ankleben und die eigentümliche Richtungsveränderung in der Folge vorführen.

So viel ist sicher, daß die Natur nie eine größere und erfolgreichere Dichterin ist als da, wo Liebe in Betracht kommt. Dennoch ist grade dieses Motiv der Farben und Düfte geeignet, uns gleich im direktesten Anschluß noch in ein anderes Anpassungsbereich hinüber zu geleiten, das allerdings nicht ganz so poetisch ist. Wir haben von Lockfarben gehört. Es giebt noch eine Menge Arten solcher Lockfarben, zumal im Pflanzenreich. Zum Beispiel gehören dahin die grellen Farben und der süße Geschmack so vieler Früchte. In dem Falle ist es für die Verpflanzung des inwendig enthaltenen keimfähigen harten Samens von Nutzen, wenn die Frucht abgebrochen, ja selbst äußerlich verzehrt wird. Solcher Fälle giebt es ungezählte. Aber neben die Lockfarben treten ganz unbezweifelbar eine Reihe von Anpassungen, die man folgerichtig als Schreck- und Ekelfarben bezeichnen darf. Nehmen wir den Fall, ein Tier ist giftig. Wenn es gefressen wird, so tötet es seinen Vernichter. Aber, um mit Busch im Scherz zu sagen, hindernd ist dabei doch der „eigene Sterbefall“. Es



Befruchtung der Blütenpflanzen durch Insekten.

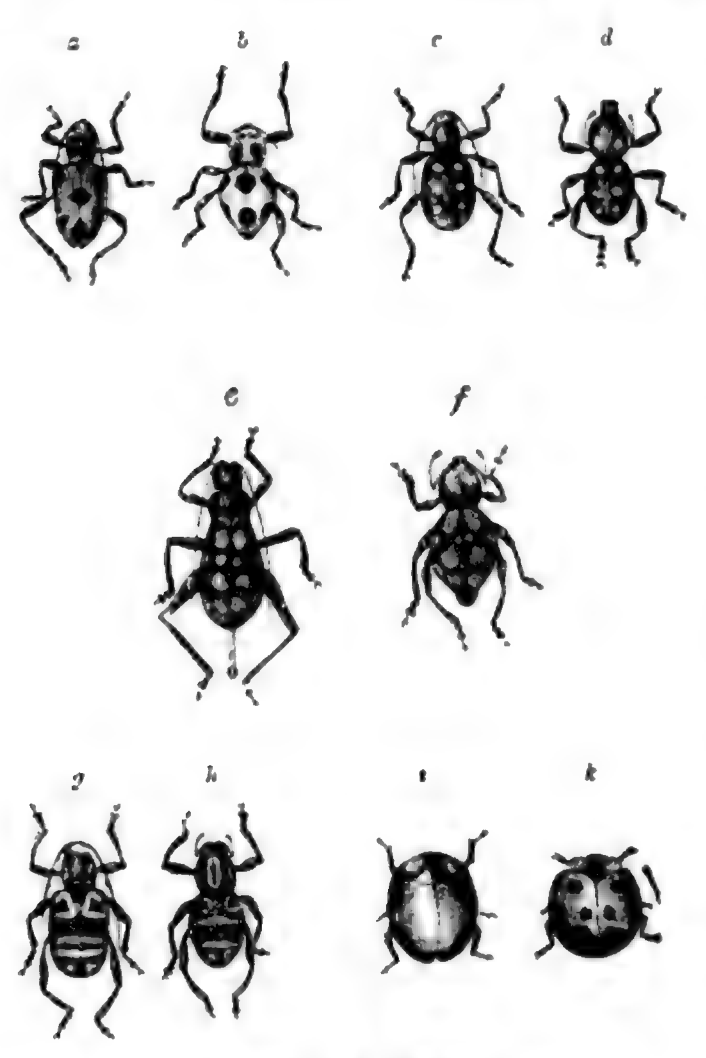
Die Blüte der Wiesensalbei (*Salvia pratensis*).

A im gewöhnlichen Zustande, in dem Staubgefäße und Griffel fast aufrecht stehen. *B* Beim ersten Eindringen eines Insekts: die beiden Staubgefäße klappen infolge eines besonderen Mechanismus im Moment der Berührung nach vorn über und bepudern den Leib des Insekts mit ihrem Befruchtungsstaub. Nach Austritt des Insekts richten sie sich abermals auf, um fortan unbeweglich zu bleiben. Dafür senkt sich jetzt beim Eintritt eines zweiten, schon anderswo mit Samenstaub bepuderten Insekts der Griffel, und die Befruchtung vollzieht sich, — und zwar die Befruchtung des Griffels (also weiblichen Teils) eines Pflanzenindividuums mit dem männlichen Samen eines zweiten, was im Gegensatz zur Selbstbestaubung desselben Individuums einem feinen organischen Gesetz entsprechend zur Erhaltung der Art nötig ist.

wäre nützlich, wenn schon das äußere Ansehen recht eindringlich predigte: „Laß mich lieber in Ruhe, ich bin giftig.“ Zum Beispiel haben sehr viele Geschöpfe, zu denen auch der Mensch in seiner Mehrzahl gehört, einen entschiedenen Widerwillen gegen gewisse schlechte Gerüche: Verwesungsgeruch, Unratgeruch, Wanzen und anderes. Eine Wanze wird ein Mensch, der es irgend vermeiden kann, nicht zwischen den Fingern zerdrücken. Das könnte also ein direktes Schutzmittel werden. Aber auch die Farbe spielt, weniger vielleicht für den Menschen, als für die Mehrzahl der anderen höheren Tiere, entschieden eine solche Rolle. Es giebt allgemeine Ekelfarben, die zu auffällig an giftigen oder sonst irgendwie heimlich bewehrten Tieren auftreten, um nicht als eine ganz feste Anpassung zu erscheinen. Besonders gelb, schmutzig-gelb bis tief-orange, mit schwarzen Flecken eventuell darin, kehrt in den verschiedensten Tiergruppen als solche Warnfarbe wieder: auf dem Leib der Wespe und Hornisse, der Unterseite der Feuerkröte, beim Erdmolch, bei der einzigen wirklich giftigen Eidechse (der mexikanischen Krustenechse, Heloderma horridum), bei vielen für Vögel ungenießbaren Raupen (z. B. der höchst auffälligen unseres Harlekinspanners, Abraxas grossulariata) u. a. Im allgemeinen ist, mag nun die Farbe im engeren sein, wie sie will, eine ausgemachte Sache, daß giftige oder mit furchtbaren Stacheln bewehrte Tiere in der Mehrzahl grade das umgekehrte Prinzip jenes Jägers im schützenden grünen Rock befolgen, — sie machen es dem Wandrer auf unsicherer Landstraße gleich, der im Angesicht einer zweifelhaften Gestalt den Hahn seines Revolvers absichtlich möglichst laut knacken läßt. Man denke bloß an den Lärm, den eine Wespe um sich her erzeugt und zugleich das grell auffällige Kleid, das sie trägt.

Obwohl an sich schon sehr interessant, bieten übrigens nun wieder diese Trutz- und Abschreckfarben die Anschlußstelle für eines der allerseltsamsten und lehrreichsten Anpassungsgebiete. Wir wollen einen Moment noch bei jenem Bilde vom nächtlichen Wandrer mit seinem Revolver bleiben. Wie, wenn er gar keinen Revolver hätte und doch bei Annäherung des Räubers mit irgend etwas in der Tasche vernehmlich so knipste, als sei es ein Revolver. Sagen wir, er mache es mit einem simplen Cigarrenabschneider? Aber er könnte Erfolg haben, der andere zieht sich am Ende wirklich zurück. Dieses Kapitelchen vom beschwindelten Räuber macht uns nun die Tierwelt in einer vollkommenen Weise vor in allen den Tieren, die, ohne selber giftig zu sein oder einen Stachel zu besitzen, doch in der Farbe und Form so bewehrte Genossen treu nachahmen und dabei vortrefflich mit durchschlüpfen. Es dürfte wohl keine Insektengruppe geben, die für gewöhnlich so wenig Furcht einflößt wie die Schmetterlinge. Selbst schreckhafte Menschenkinder weiblichen Geschlechts, die vor einem Käfer oder gar einer Spinne entsetzt flüchten, würden sich gefallen lassen, wenn ein bunter Falter sich auf ihr Busensträußchen honigsuchend niederließe. Aber

ich will einen an sich genau so harmlosen Schmetterling aus der Unterfamilie der Glasflügler (Sesiina) nehmen und in einen Kreis furchtfreier Männer werfen: — alles wird auffahren und mit Sacktüchern das bedrohlich ausschauende Ungetüm abzuwehren suchen. Denn dieser echte Schmetterling gleicht täuschend einem der böseſten aller Insekten, mit dem kein Vernünftiger gern anbindet, der Hornisse. Die Flügel des Hornissenschwärmers oder Bienenschwärmers, wie man ihn bezeichnend genannt hat (Trochilium apiforme), sind, unähnlich den sonstigen dicht beschuppten und farbigen Schmetterlingsflügeln, durchsichtig glashell und schmal wie die Elfenflügelchen der Wespe, der dicke Leib aber trägt in seinem schwarzdurchringelten Gelb die echte „Schreckfarbe“ des Wespen- und Hornissengeschlechts, das Warnsignal vor dem drohenden Stachel, vor dem alles flüchtet, — und das, ohne daß ein solcher Stachel wirklich



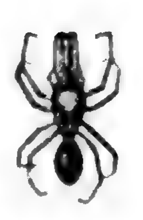
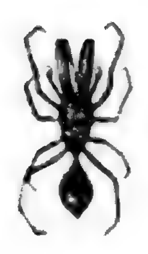
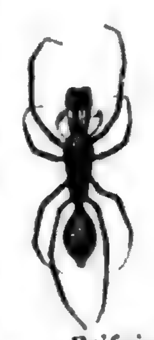
Beispiele von Mimicry.

(Nachahmung auffallend gefärbter und gestalteter, aber infolge irgend einer abschreckenden Eigenschaft von Angriffen weniger behelligter Tiere durch andere, die sich jener Eigenschaft selbst nicht erfreuen, aus der Verwechslung aber Nutzen ziehen.)

Die dargestellten Insekten (in naturlicher Größe) stammen sämtlich von den Philippinen. Man betrachte je zwei und zwei (*a* und *b*, *c* und *d* u. s. w.) genauer. *a* und *b* sind beides Käfer, die sich zum Verwechseln ähnlich sehen, obwohl sie zwei ganz verschiedenen Käferfamilien angehören. *b* ist ein Rüsselkäfer (Pachyrhynchus orbifer), *a* ein Bockkäfer (Doliops). Die Rüsselkäfer dieser Gattung besitzen eine so harte Schale, daß sie von insektenfressenden Vögeln als Nahrung verschmäht werden. Der Bockkäfer, selbst durchaus nicht von gleicher Härte, schützt sich nun ebenfalls, indem er im Äußern völlig dem Pachyrhynchus gleicht. Die Ähnlichkeit erstreckt sich natürlich nicht nur auf Größe, Form und Zeichnung, sondern vor allem auch auf die höchst auffällige Färbung. Die folgenden Figuren sind verwandter Art. *c* ist ein anderer Bock der gleichen Gattung (Doliops curenlionoides), der einen anderen Pachyrhynchus, *d*, kopiert. Bei *e* gewahren wir aber gar eine weiche Heuschrecke (Scopastus pachyrhynchoides) als treue Nachahmerin des Rüsselkäfers Apocyrtus (*b*) aus der nächsten Verwandtschaft der Pachyrhynchus-Arten. *g* ist abermals ein Doliops-Bock, der einen Pachyrhynchus, *h*, nachäfft. *i* endlich ist eine Heuschrecke, die sich einen kleinen Käfer aus der Familie unserer Herrgottskäferchen (Coccinellidae) zum Vorbild nimmt; die Coccinellide wird wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie unsere einheimischen Arten ihres ätzenden Saftes wegen von den Vögeln gemieden werden.

(Alle Figuren nach Karl Semper.)

vorhanden wäre. Hier haben wir ein typisches Beispiel der Mimicry (Nachäffung) im engeren Sinne und zugleich ein sehr leicht zu erprobendes, da der Hornissenschwärmer im Sommer auf Pappeln keineswegs eine seltene Erscheinung ist und trotz seiner systematischen Zugehörigkeit zu den Nachtschmetterlingen seiner Hornissenmaske offenbar zu Liebe am helllichten Tage herumfliegt. Einer sitzenden Wespe gleicht, wenigstens was die schwarzgelbe Zeichnung anbetrifft, in ähnlich täuschender Weise auch die Gattung Clytus unter den Bockkäfern, insbesondere der schöne Clytus detritus, während ein anderer, höchst seltsamer Bock unserer Heimat, der Necydalis major, durch Verkürzung der Deckflügel und Streckung des Leibes das Ansehen einer Holzwespe oder Grabwespe erhalten hat. Ein paar exotische Beispiele von Mimicry in der Insektenwelt zeigen die Abbildungen S. 146 und 147. Es ist der Fälle, wohin man schaut, gar kein Ende abzusehen. Schmetterlinge, die infolge ihres ekelhaften Geruchs von allen insektenfressenden Vögeln gemieden werden, werden von anderen, nicht schlecht riechenden, täuschend nachgeahmt. Ungefährliche Schlangenarten schützen sich, indem sie bekannten Giftottern aufs äußerste gleichen, harmlose Vögel hüllen sich

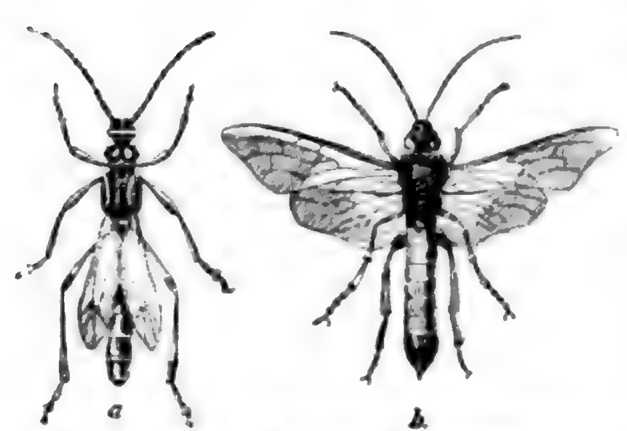





Beispiele von Mimicry.
(Vergl. die Erklärung zu dem gegenüberstehenden Bilde.)
Spinnen, die vergesellschaftet mit Ameisen leben und völlig deren Gestalt angenommen haben. Nur an den acht (statt sechs) Beinen erkennt man noch die Spinnen.
(Nach Karl Semper.)




Ein Beispiel von Mimicry (Nachahmung zu Schutzzwecken):
links die Hornisse (Vespa crabro), rechts ein Schmetterling, der sie täuschend in der Gestalt nachahmt, der Hornissenschwärmer (Trochilium apiforme).
(Die Figur rechts nach Leunis.)

in die Maske starker und angriffsbereiter Räuber. Unser Kuckuck, der dem Sperber gleicht, ist für letzteres schon ein Beispiel. Und so ist die Welt allerorten voll von „Eseln in der Löwenhaut". Kombiniert sich vollends



Ein Beispiel von Mimicry (Schutznachahmung) aus unserer deutschen Käferwelt:
ein Bockkäfer (Necydalis major), daneben (b) zur Vergleichung eine Holzwespe (Sirex gigas).
Der **Bock** zeigt, abweichend von allen anderen einheimischen Formen, überaus verkürzte Deckflügel und einen so dünnen, stielartigen Leib, daß im ganzen viel eher das Bild einer Holz- oder Grabwespe als das eines Käfers entsteht. Necydalis ist ein ziemlich seltener Gast in alten Bäumen. Prächtige verwandte Arten mit ähnlich verkürzten Flügeln (z. B. Callisphyris) leben in Süd-Amerika.

die einfache Mimicry mit den oben erwähnten Anpassungs-Handlungen (vergl. S. 125), so entstehen Fälle wie bei unserer lustigen Buchenspinnerraupe, die ein ganzes Register teils passiver, teils aktiver Schutzmittel aufzuziehen weiß, wie die Abbildung unten im Detail klar macht. Hier ist in einem und demselben Tier recht eigentlich alles voraufstehend Erörterte beisammen: zuerst die reine Deckung durch Anpassung an den tragenden Zweig, dann die kompliziertere Mimicryform durch Anpassung an die Wanzen- und Spinnenform, und das letztere nicht nur passiv, sondern auch noch aktiv verstärkt durch eine Drohbewegung. Wir können unsern langen Weg gleichzeitig damit beenden: das Wort „Anpassung" wird dem Leser jetzt wohl ein greifbareres Ding geworden sein, und er wird im weiteren zu folgen wissen, wenn wir nun zu dem Versuch übergehen, diesen absichtlich hier eingeschobenen und so breit erläuterten Begriff in ein universaleres Licht zu rücken.



Beispiel von Mimicry.
Die Raupe des Buchenspinners (Stauropus fagi),
die zu ihrem Schutze Ähnlichkeit bald mit einer Wanze (rechts unten), bald mit einer Spinne (rechts oben) zeigt und außerdem noch durch ihre Ähnlichkeit mit Pflanzenteilen sich schützt. Beunruhigt, erhebt die Raupe Vorder- und Hinterteil und bewegt ihre dünnen, bei einer Raupe ganz unerwarteten Füße zitternd nach Art einer Spinne, während die Rückseite gleichzeitig eine Wanze mit Fühlhörnern geworden zu sein scheint. (Nach Haacke.)

Darüber kann kein Zweifel geblieben sein: alle die zahllosen Farben, Formen, Gewohnheiten u. s. w. der Tiere und Pflanzen, die wir im voraufgehenden rasch durchmustert haben, — sie dienen sämtlich ein und demselben Prinzip: der Nützlichkeit zur Erhaltung der betreffenden Art, sei es nun aktiv etwa im Kampfe um die eigene Nahrung, sei es passiv auf der Flucht vor den Nahrungs- und Zerstörungsbedürfnissen anderer. Das ist denn auch früh den (allerdings niemals sehr zahlreichen) wirklichen „Denkern“ unter den Naturbeobachtern hinlänglich klar geworden. Aber man begnügte sich durchweg im Banne der gangbaren Weltanschauung damit, in diesen wundervollen Anpassungen die Weisheit und Vorsicht des Schöpfers zu bewundern, der jedem Wesen seine Angriffs- und Verteidigungswaffen gegeben habe bis ins sinnreichste Detail hinein. Die Art, wie der Schöpfer verfahren war, dachte man sich durchaus der menschlichen Intelligenz entsprechend: die organische Welt erschien als ein ungeheures künstliches Werk, in dem alles so vorgesehen und aufeinander abgepaßt war, daß, nachdem die zweckmäßige Schaffung einmal stattgefunden, nun das Ganze sich selbst überlassen bleiben konnte wie ein sicher berechnetes Uhrwerk. Das gläubige Gemüt, das sich dabei beruhigte, übersah aber leider eine ganze Reihe von Faktoren, die allmählich immer aufdringlicher sich geltend machen mußten, je raffinierter das Studium des großen Gottesuhrwerks selbst wurde.

Zunächst lehrten die zunehmenden Funde versteinerter Tier- und Pflanzenreste aus alten Erdepochen, daß trotz aller Feinheit das Uhrwerk entschieden nicht seit alters so glatt funktioniert hatte. Eine Unmenge von Arten, ja von ganzen Gruppen von Tieren und Pflanzen waren schon früh endgiltig ausgestorben, d. h. mit anderen Worten, sie mußten wohl doch nicht genügend angepaßt gewesen sein, um sich dauernd verteidigen, ernähren und fortpflanzen zu können. Der Ichthyosaurus war spurlos von der Erde verschwunden, obwohl er in seiner Art, z. B. im Bau der Augen, der Flossen, der Zähne anscheinend ein wahres Wunderwerk der Anpassung darstellte, und an seine Stelle war das Heer der Meersäugetiere getreten.

Eine Zeit lang, in den Tagen des großen Cuvier, glaubte man einen Ausweg darin gefunden zu haben, daß man etwa ein Dutzend verschiedener Schöpfungen in periodischer Folge annahm. Jede Erdepoche hatte ihr Uhrwerk neu bekommen, und am Ende einer jeden war es durch gewaltsame Revolution zerbrochen worden, damit zur Neuschöpfung Raum werde. Aber die erstarkende geologische Wissenschaft zerstörte (wie schon in dem einleitenden Buch des ersten Bandes im historischen Detail entwickelt ist) unerbittlich auch diese Notbrücke, indem sie jene angeblichen furchtbaren Endkatastrophen ins Reich der Mythen verwies. Auch hätte diese Idee sehr nahe gelegt, daß keine einzige Gattung seit ältesten Tagen sich durch die ganze Erdgeschichte hindurch erhalten habe, was wieder nicht stichhaltig

ist: es hat offenbar seit Beginn unserer organischen Tradition einige Anpassungen gegeben, die niemals zu unterliegen brauchten.

Dazu kam des weitern, daß innerhalb des organischen Uhrwerks der gegenwärtigen Erdepoche, deren Zeugen wir Menschen sind, trotz aller Feinheiten der Anpassung doch auch Anpassungsbankerotte vorkommen. In erster Linie steht da die Niederlage einer ganz außerordentlich großen Menge von Tieren gegenüber dem Menschen. Die wundervolle Anpassung des Blattschmetterlings auf Sumatra ist noch im stande, das eine oder andere Exemplar vor dem Schmetterlingsnetz des menschlichen Sammlers zu retten. Aber der Walfisch im Ocean, der Erbe des Ichthyosaurus-Reiches, erliegt von Jahr zu Jahr deutlicher unseren Schiffen und Harpunen und steht zweifellos auf dem Aussterbe-Etat. Ein paar holländische Segelboote mit hungrigen Matrosen haben genügt, auf der Maskarenen-Insel Mauritius in kurzer Frist ein ganzes Geschlecht seltsamster, flugunfähiger Vögel, der Dronte (Didus ineptus) und ihrer Verwandten, bis auf den letzten Kopf auszurotten. Der Auerochs und das Elentier der europäischen Wälder sind zu historischen Raritäten geworden, die man bloß noch künstlich in ein paar Exemplaren durchfüttert. Der Riesen-Alk, der merkwürdigste Vogel unserer nordischen Küsten, steht nur noch ausgestopft in unseren Museen, ist aber lebend seit Jahrzehnten nicht mehr gesehen worden.

Man spricht hier wohl von der göttlichen Bestimmung des Menschen, der eben eine Ausnahme bilde und dem vom Schöpfer verliehen sei, sein organisches Kunstwerk beliebig zu zertrümmern. Aber wird man auch von einer göttlichen Bestimmung der braunen Wanderratte sprechen, die, sehr zum Schaden des Menschen, seit Ende vorigen Jahrhunderts bei uns aus Asien eingewandert ist und unsere schwarze Hausratte nahezu gänzlich vertilgt hat? Oder ist es eine Bestimmung dieser Art, wenn durch die gegenwärtig stattfindende, vom Menschen ursprünglich durchaus nicht gewünschte Trockenlegung des Salzsees bei Eisleben gewisse dort lebende, an Salzboden angepaßte Laufkäfer-Arten sehr zum Ärger der Sammler unerbittlich vernichtet werden?

Man mag sich stellen, wie man will: am Ende wird nichts übrig bleiben, als anzuerkennen, daß die Anpassung bei aller unbestrittenen Herrlichkeit denn doch lange kein vollkommenes Uhrwerk ist. Sowie wir das aber zugeben, schwindet in hohem Grade die Wahrscheinlichkeit, daß wir es bei ihr mit einem Eingriff zwecksetzender Intelligenz im Sinne eines direkten göttlichen Aktes zu thun haben. Wenn wir Menschen auch jetzt nicht im stande sind, ein lebendes Wesen an sich künstlich zu schaffen (wie im vorigen Kapitel erörtert ist), so können wir doch im Punkte der Anpassung getrost behaupten, daß wir der dort angeblich eingreifenden Intelligenz bereits weit überlegen wären. Hat die Anpassungs-Intelligenz der Tierwelt das Auge geschaffen, so sind wir bis zum Fernglas und

Mikroskop gelangt. Vom menschlichen Auge an sich hat Helmholtz mit Recht gesagt, es sei, obwohl gewiß ein Prachtstück der Anpassung an das Licht, doch im Detail so mangelhaft, daß kein Arbeiter optischer Werkzeuge bei uns mit so ungenau funktionierender Ware durchkommen würde. Unter solchen Umständen wird aber die Frage dringlich, ob denn nicht dann ganz von vorschauender Intelligenz im Problem der Anpassung abgesehen werden könnte, — wobei nebenher auch dem Gedanken noch etwas Raum gegeben werden darf, ob nicht mit einer solchen Intelligenz, wenn sie wirklich bestände, vereinbarer zu denken sei, daß sie statt der ganzen tausend Anpassungen, statt all der Zähne, Fallen, Gifte, Schutzfarben u. s. w., lieber den mörderischen Existenzkampf, in dem diese dienen müssen, mit seinen scheußlichen Grausamkeiten von Beginn an vorsehend verhütet habe; fällt dagegen die berechnende Intelligenz fort und schiebt sich alles ins Gebiet der einfachen Naturgesetze, so hebt sich gleichzeitig auch dieser Vorwurf: der Stein fällt einfach gesetzmäßig, wie er fallen muß, und das Ganze ist ein unabwendbares Verhängnis, dessen Wurzeln uns nirgendwo verantwortlich gegeben sind. Was uns den Mut bestärken darf, ist die oben in vielerlei Beispielen gespiegelte Wahrnehmung, daß innerhalb der organischen Welt an sich unbedingt eine Entwickelung stattgefunden habe. Mit dieser gewissermaßen vage auftauchenden Entwickelung, über deren „Wie" oben noch nichts gesagt ist, grade die Anpassung zu verbinden, ist gewiß mehr als naheliegend. Haben wir doch schon eben das Aussterben einer Art bestimmt gesehen durch Mängel der Anpassung. Sollte da nicht das Neuentstehen umgekehrt aufs tiefste verknotet sein mit einem Glückswurf der Anpassung?

Wie aber nun durchkommen mit solchen Wörtern wie „Glückswurf" ohne bestimmende Intelligenz? Hier ist die große Frage, bei der kein Zweifel ist, daß uns Charles Darwin zum erstenmale überzeugend weiter geholfen hat auf Grund eines Gedankenganges, der thatsächlich so einfach ist wie das Ei des Columbus.

Ich will versuchen, an einem Bilde zunächst in ganz freiem Umriß klar zu machen, wie Darwin das Problem im Gegensatz zu der Intelligenz-Lösung angefaßt hat. Ich gehe über Land und gewahre eine einsame, grade Reihe von Bäumen, die in einer sehr auffälligen Weise einzeln hintereinander durch die Ebene sich hinziehen. Es erscheint auf den ersten Blick selbstverständlich, daß diese Bäume künstlich angepflanzt sind, daß also gewissermaßen ihre Existenz einer Intelligenz, hier der menschlichen, verdankt werde. Beim näheren Zusehen fallen mir aber kleine Unregelmäßigkeiten auf, die mich stutzig machen und an eine Unachtsamkeit des Forstmannes oder Gärtners denken lassen, die eigentlich sehr unwahrscheinlich ist. Ich fange also an zu überlegen, ob die Bäume nicht auch aus rein natürlichen Gründen so in grader Reihe isoliert erwachsen sein könnten. Ein Wald ist

in der Nähe, und der Samen kann ohne Schwierigkeit hierher geweht worden sein. Aber er müßte doch über das ganze freie Feld sich zerstreut haben, — warum ist nicht einfach ein weiteres Waldstück mit regellosem Baumbestand erwachsen? Ich untersuche jetzt das Erdreich und stelle fest, daß rechts und links von der einsamen Baumlinie eine andere Bodenbeschaffenheit sich findet, als innerhalb der Linie. Durch steiniges, für das Wachstum dieser Baumart völlig ungeeignetes Land zieht gleichsam eine Spalte, die mit äußerst günstiger Fruchterde gefüllt ist. Nun ist das Rätsel gelöst. Samen des Waldes fiel auf das ganze Terrain. Aber nur der in der graden Spaltenlinie grünte auf, der andere verdarb. So entstand die grade Baumreihe, im Banne nicht einer künstlich anpflanzenden Intelligenz, sondern als einfaches Produkt einer Auswahl unter den Samen, die durch die geologische Beschaffenheit des Ortes „blind" erfolgte. Hätte der Samen dieser Art gefehlt und wäre der Fels jederseits nackt zu Tage getreten, so würden sich Flechten, deren Sporen der Wind herantrug, angesiedelt haben, die Auswahl durch das Terrain wäre aber die genau umgekehrte geworden, d. h. der Erdstreifen wäre kahl geblieben, da alle dort einfallenden Flechtenkeime verdarben, der Fels dagegen hätte sich mit den bunten Farben der Flechten üppig geziert.

In diesem Bilde liegt der ganze Unterschied zwischen einer voreiligen Intelligenz-Erklärung und einer tiefer schauenden mechanischen Erklärung im Sinne Darwins. Es ist dringend nötig, daß man sich über diesen fundamentalen Unterschied zunächst ganz klar wird, ehe man sich mit dem Ariadne-Faden der engeren Darwin'schen Anpassungserklärung in das ungeheure Labyrinth der wirklichen organischen Verhältnisse hineinwagt.

Der äußerste, loseste Umriß des Darwin'schen Gedankens ist der folgende.

Wie in unserm Bilde oben Pflanzensamen über die ganze freie Fläche ausgestreut wird, so zerstreut sich seit alters organisches Leben über alle noch irgend zugänglichen Teile der Erdoberfläche, durch ungehemmte Vermehrung weiter und weiter getrieben. Im wesentlichsten ist dieses Leben etwas Einheitliches, gebunden an das Protoplasma. Aber das einheitliche Netz dieses Protoplasma hat sich ausgebreitet auf einer Erde, die tausenderlei verschiedene Bedingungen der Temperatur, der Ernährung u. s. w. bot. Das einheitliche Leben, den verschiedensten Einflüssen von außen unterworfen, begann zu variieren, es zerspaltete sich in zahllose Einzelformen mit kleinen individuellen Abweichungen. Ungezählte solcher Varianten in Farben, Formen u. s. w. mußten auftreten, das Bild der „Biosphäre", der lebendigen Hülle der Erdkugel ein überaus buntes und wechselvolles werden. Immerhin waren diese Formen und Farben zunächst etwas Belangloses, „Zweckloses", — eine reine Begleiterscheinung, die die organische Welt lustig und abwechselnd für einen Ästhetiker gemacht hätte, aber den betreffenden Organismen selbst weder zu Liebe noch zu Leide erwuchs. Ob von drei

Fröschen im grünen Baum der eine grün, der andere rot und der dritte schwarz wurde, das hätte (wäre nicht anderes hinzugekommen) an sich niemals irgend eine Bedeutung gewinnen können. Das andere kam aber. Die Organismen vermehren sich, aber die Erde und innerhalb ihres Gesamtbereichs wieder die einzelnen mehr oder minder abgeschlossenen Teile wachsen nicht mit. Der Raum verengt sich, ein Kampf beginnt: der Kampf um die Existenzbedingungen, um die Nahrung, um das Leben, um das Dasein. Es gliedern sich die Parteien zu Verfolgern und Verfolgten und nur ein gewisser Prozentsatz hat überhaupt noch Raum. Woraus wird er sich zusammensetzen? Die naheliegende Antwort ist: aus den stärksten Formen. Aber was macht diese Stärke aus? Die Stärke braucht keineswegs allein in physischer Kraft zu bestehen, sie kann ebensogut darin liegen, daß das betreffende Wesen im Daseinskampfe nicht gesehen wird, oder ähnlichen ganz passiven Dingen. Und da werden die regellos angelegten Formen und Farben auf einmal enorm wichtig. Bei dem Beispiel von den drei Fröschen ist jetzt plötzlich eine Auswahl wahrscheinlich: der rote und der schwarze werden im grünen Laub eher gesehen und gefressen werden, als der grüne. Wie ein großer Sortier-Apparat fegt der Daseinskampf durch die Welt und reißt überall ganze Reihen von Varietäten fort, während er bestimmte Linien (wie die grüne bei den Laubfröschen) bestehen läßt. Und über dem Opferhügel von tausend und abertausend blinden Formzeugungen der organischen Welt bleibt der Rest einer „angepaßten" Natur. Wie in jenem Bilde oben die Samenkörner nur aufgingen in der einen Felsspalte, die mit Erde gefüllt war, sonst aber überall einfach verdorrten, so verdorrt auch hier der ganze Formenwald mit Ausnahme der ganz bestimmten Auswahl. Aber mit dieser negativen Mission eines enormen Ausjätungsprozesses ist die eigentümliche Rolle des Daseinskampfes noch nicht erschöpft. Von jenen drei Froschvarietäten bleibt die grüne nicht nur die überlebende, sondern sie ist auch die einzige, die eine Chance hat, Nachkommenschaft zu erzeugen. Nun tritt hier ein eigentümlicher, tief in der Protoplasma-Natur begründeter Vorgang in die Rechnung, die sogenannte Vererbung. Obwohl das Spiel der Variabilität niemals ganz zum Stillstand kommen wird, werden doch beständig sich vereinigende grüne Frösche in immer steigender Menge die grüne Varietät erzeugen, so daß sehr bald die grünen nicht nur relativ, infolge der Dezimierung der Gesamtmenge, den roten und schwarzen völlig überlegen sein werden, sondern auch absolut hinsichtlich ihrer beständig wachsenden faktischen Zahl. Schließlich fixiert sich der Prozeß dahin, daß es nur noch eine Froschvarietät im Baume giebt, die grüne, und wenn hin und wieder noch rote oder schwarze erzeugt werden, so unterliegen sie dem schnellen Untergang schutzloser Mißgeburten: die Art ist fixiert, und zwar eine Art, die das Muster gleichzeitig einer Anpassung darstellt, — einer Anpassung, die aber gar keine ursprüngliche

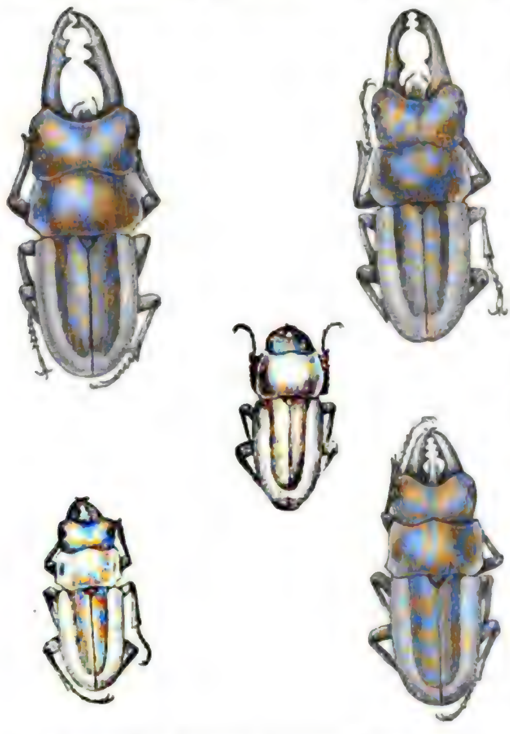
„Intelligenz“ hinter sich hat, sondern einfach bloß ein Produkt ist einer blinden Auslese im Kampfe ums Dasein und der Fixierung einer immer wieder zur Fortpflanzung auserlesenen Varietät durch die Vererbungsgesetze. Natürlich hängt bei der Blindheit des Prozesses das Schicksal der Art trotzdem jeden Tag an einem dünnen Faden. Heute soll auf Grund irgend welcher chemischen Einflüsse der Baum, auf dem Frösche hausen, seine grüne Blattfarbe in Rot verwandeln, so ist die grüne Art bankerott, grade die vorgeschrittene Fixierung wird ihr Unheil, und falls nicht noch ein paar rote „Mißgeburten“ eben zur Welt gekommen sind, die jetzt plötzlich sich der höchsten Anpassungs-Protektion erfreuen, so ist die Chance des Aussterbens trotz aller Anpassung da; jenes Aussterben so vorzüglicher Anpassungsprodukte, wie eines etwa der Ichthyosaurus war, ist, wie man sieht, in dem Darwin'schen Gedankengang vollkommen logisch vorgesehen, während die Intelligenz-Hypothese hier radikal im Stiche ließ.

Ich habe den Darwin'schen Ideengang absichtlich hier in einer so, ich möchte wohl sagen, rohen Form vorgetragen. Es wird doch hervorgetreten sein, um was es sich in der Hauptsache handelt. Man sieht die paar entscheidenden Begriffe gleich in Verknüpfung gebracht, mit denen alles steht und fällt: die Begriffe der Variabilität, des Kampfes ums Dasein, der natürlichen Auslese und endlich der Vererbung. Wir müssen aber jetzt auf jedes dieser Worte einen kritischen Blick werfen. Mit Recht sah Darwin in der strengen Analyse, die hier einsetzte, sein eigentliches Lebenswerk, das der Theorie erst Fleisch und Bein gab, — nur daß die Arbeit auch des reichsten Menschenlebens lange nicht ausreichte, um aus dem enormen Material völlig das Geld herauszuwaschen.

Daß auch in der fest begründeten Art alle Einzelindividuen unablässig gewisse kleine Schwankungen zeigen, — variieren — ist eine sicher erwiesene Thatsache. Das beste Beispiel haben wir an uns selber. Man streitet sich noch, ob alle Menschen zu einer Art rechnen oder (wie es z. B. Häckel annimmt) etwa ein Dutzend verschiedener Arten ausmachen. Aber das ist außer Frage, daß wir weißen Menschen der kaukasischen Rasse in Europa wenigstens sämtlich derselben Art angehören. Nun vergleiche man die Individuen. Es giebt nicht zwei, die sich absolut gleichen. Unter Kindern desselben Elternpaares treten die auffälligsten Verschiedenheiten hervor. Selbst die Ähnlichkeit der Zwillinge ist nur eine ganz bedingte, — niemals Gleichheit. Am meisten fallen die Unterschiede da auf, wo die Körperoberfläche in höherem Grade „vergeistigt“ ist: im Gesicht und an den Händen. Aber die Detailuntersuchung zeigt, daß dieses individuelle Variieren sich auf alle Organe, alle Teile des Leibes erstreckt bis in das Gebiet hinein, wo das Mikroskop nötig wird. Je mehr wir uns vom ganz Vertrauten, an dem wir auch die kleinen Unterschiede stark merken, entfernen, desto verwischter scheint allerdings die Variation. Die Neger

treten uns sämtlich mehr oder minder gleichartig entgegen. Aber wenn wir länger unter ihnen leben oder einen Neger selbst fragen oder endlich zwei Negerhände, zwei Negergesichter mathematisch exakt vergleichen und ausmessen, so bleibt die Differenz die gleiche wie bei uns. Im niederen Tierreich und zumal unter unseren Haustieren ist die individuelle Verschiedenheit oft wieder auf den ersten Blick wahrzunehmen. Jeder Besitzer eines Affentheaters weiß von den geistigen Unterschieden der Vierhänder derselben Art (also von Gehirndifferenzen) ein Lied zu singen. Jeder Hundezüchter kennt die Thatsache, daß Jagdhund von Jagdhund sich wirklich so individuell scheidet wie Mensch von Mensch. Derselbe Wurf Kaninchen gar liefert schon äußerlich eine ganze Musterkarte von Farbvarietäten, dasselbe Gelege Hühnereier die verschiedensten Federfarben bei den Küken. Man nehme eine Käfersammlung zur Hand und prüfe etwa ein paar Dutzend grüner Sandläufer (Cicindela campestris) auf die Details der Zeichnung: man wird das Variationsgesetz in einer schier unglaublichen Weise wiederfinden. Vielleicht am allerauffälligsten endlich werden die Unterschiede bei der Pflanze, wo ein und derselbe Stock nicht zwei Blüten trägt, deren Identität einer auch nur ganz groben Prüfung standhält. Längst ist es besonders grade in der Botanik das Kreuz und die Verzweiflung der Systematiker gewesen, daß diese unausgesetzten kleinen Abweichungen gegen die Normalschemata der Systeme einen unablässigen Kampf führen, indem sie die feste „Art“ zu einem mehr oder minder gewaltsamen mathematischen Begriff machen, der in der Natur eigentlich nirgendwo vorhanden ist. Linné und Cuvier wollten die Art da fixiert sehen, wo die Abstammung von einem einzigen Elternpaar direkt oder indirekt (aus der Ähnlichkeit) nachgewiesen werden könnte und die einzelnen Individuen dauernd fruchtbare Nachkommen erzeugten. Aber das Unglück will, daß selbst die exakt festgestellte Abstammung von denselben Eltern nichts gegen wahre Ungeheuerlichkeiten der Variation hilft, die nachgerade die Ähnlichkeit ganz vernichten. Durch einen reinen Zufall, wie er nur sehr selten in der Statistik wiederkehrt, weiß man beispielsweise, daß alle in unseren Gärten lebenden Varietäten der Georgine (Dahlia variabilis) von einer 1802 zuerst in Kultur genommenen gelben Form abstammen; nun muß man eine größere Gartenbau-Ausstellung besuchen, in der eine der jetzt so beliebten und auch wirklich künstlerisch entzückenden Georginen-Serien übersichtlich aufgestellt ist, um eine Vorstellung davon zu bekommen, wieviel tausend Variationsmöglichkeiten in dieser „Art“ schlummerten und durch den Menschen entwickelt worden sind. Und sie ist nicht die einzige, die sich so erwiesen. In einem Garten zu Meidling bei Wien werden von einem Liebhaber, Finger, nahezu 4200 verschiedene Rosen gepflegt, die Gesamtzahl der vorhandenen Varietäten reicht über die 6000 weg. Wie weit dabei die Formen sich voneinander entfernen können, zeigt wohl am besten der Blick auf einen Mops,

einen Dachshund, einen Pudel und ein Windspiel: alle der „Art“ unseres Haushundes (Canis familiaris) angehörig, über deren Abstammung von einem Elternpaar allerdings nichts Sicheres nachgewiesen ist, die aber doch allgemein als Glieder derselben Art gelten. Im Grunde ist es vielfach schon ein Gipfel von Variation, wenn man bloß das Männchen mit dem Weibchen vergleicht, z. B. beim Hirsch oder beim Pfauen. Aber die einzelnen Geschlechter variieren, wovon man sich leicht überzeugen kann, wieder unter sich. In einer Reihe von Männchen unseres großen Hirschkäfers (Lucanus cervus) wird man die verschiedenste Ausbildung der geweihartigen Kneifzangen hinsichtlich der Größe finden, — je kleiner sie werden, desto näher kommt das Männchen der weiblichen Form, die gar keine derartig riesigen Zangen besitzt. Vortreffliche Beispiele ähnlicher Art aus der Käferwelt hat Semper von den Philippinen mitgebracht, wie das nebenstehende Bild und seine Erläuterung zeigen. Hier war man schon in das bedenkliche Fahrwasser geraten, die Extreme der Varietäten direkt als verschiedene Arten zu beschreiben. Aber wenn man damit anfängt, zersplittern sich die unbestrittenen Arten allenthalben im Tier- wie Pflanzensystem. Man kommt dann auf den Standpunkt, daß es in Deutschland und Frankreich allein 236 schwarzfrüchtige Brombeer-Arten (Varietäten zu Rubus fructicosus) giebt und in West-Europa 256 Linden-Arten (Varianten zu Tilia grandifolia und parvifolia). Bei den Kalkschwämmen unter den Tieren kann

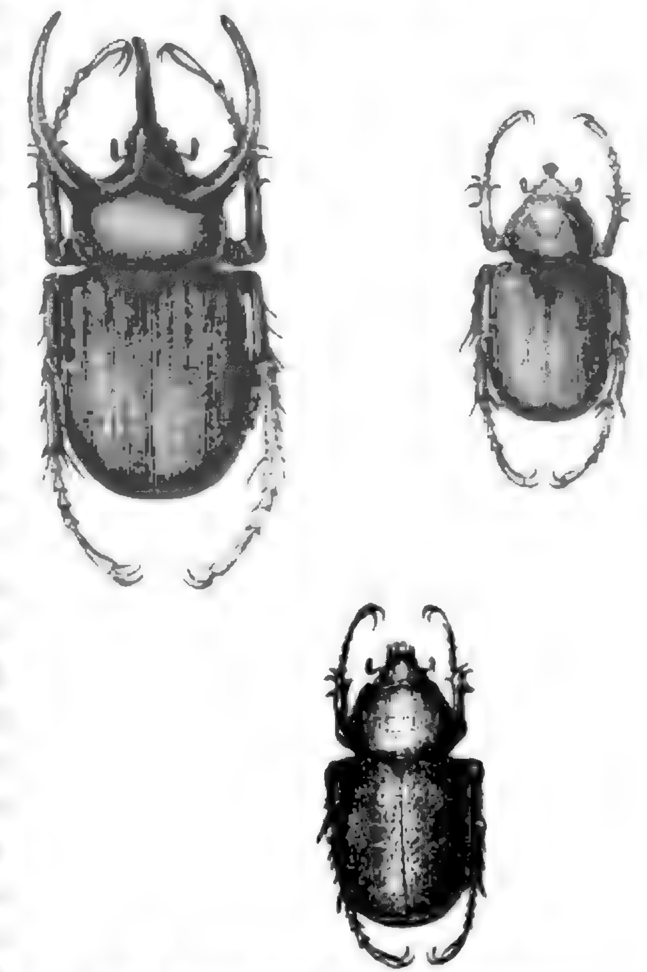


Ein Beispiel des Variierens innerhalb derselben Art.
Man sieht fünf Exemplare eines Käfers von den Philippinen, des Cladognathus dorsalis. Bei diesen Käfern sind die Männchen, ähnlich wie bei unserm deutschen Hirschkäfer, im allgemeinen stark von den Weibchen unterschieden, z. B. vergleiche man das Männchen links oben mit dem Weibchen in der Mitte. Gleichwohl variieren diese Männchen aber unter sich so sehr, daß es beim Sammeln von ein paar hundert Exemplaren glücken kann, so überaus ungleiche männliche Formen zu finden, wie die vier äußeren Figuren dieses Bildes, die alle vier Männchen sind. (Nach Semper.)

man, wie Häckel sich ausdrückt, „nach Belieben“ entweder nur 3 Arten oder 21 oder 289 oder gar 591 unterscheiden: aus einem und demselben Stock dieser gesellig lebenden Pflanzentiere sprießen aber gar Individuen hervor, die nicht nur verschiedenen Arten, sondern Gattungen anzugehören scheinen.

Das einfachste Nachdenken muß darauf führen, daß diese tausend individuellen Verschiedenheiten ihre mechanische Ursache finden in den tausendfach verschiedenen Bedingungen äußerer Art, die auf das Leben der Eltern unablässig wechselnd einwirkten.

Betrachte dort den grünen Baum. Keines seiner Blätter steht genau in derselben Lage wie ein zweites. Eben diese wechselreichen Stellungen sind es ja, die das Entzücken des Landschaftsmalers, das Geheimnis des Baumschlags ausmachen. Aber warum das? Warum so viel verschiedene Lagen? Wir wissen heute, daß es die Sonne mit ihrem Licht ist, die eine ganz bestimmte mechanische Einwirkung auf die Pflanzenteile ausübt, in deren Bann sich die oberen Blattflächen der Segensspenderin im Blau zuwenden müssen. Aber dieses Licht der Sonne fällt nicht gleichmäßig in grader Linie auf jedes Blatt, — die einzelnen Blätter müssen sich, jedes in seiner Weise, drehen und recken, um möglichst mit der ganzen Oberseite gegen das Licht zu kommen. Daher die zahllosen Varianten, die „individuellen“ Stellungsverschiedenheiten.



Ein Beispiel des Variierens innerhalb derselben Art.

Ähnlich wie auf dem gegenüberstehenden Bilde sieht man auch hier drei Exemplare eines großen Käfers von den Philippinen, des prachtvoll grün glänzenden Chalcosoma atlas (aus der Verwandtschaft unseres Nashornkäfers), und zwar oben zwei total verschieden gebildete Männchen, unten das Weibchen, dem die eine männliche Variante (rechts) beinah gleichkommt. (Nach Semper.)

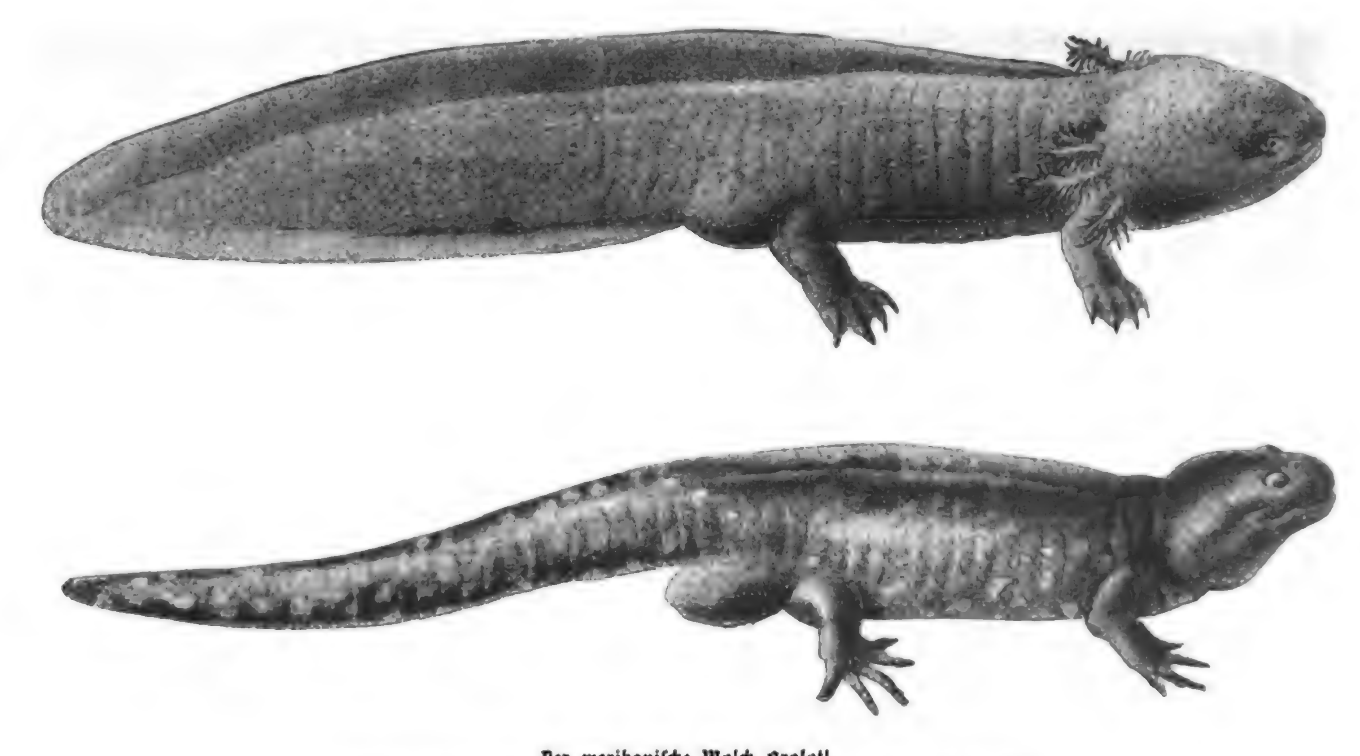
Dieses Beispiel erhellt auch unseren Fall vollkommen. Es ist von vornherein der einleuchtendste aller Gedanken, daß in einer Welt, die in unablässigem Flusse begriffen ist und in der die Dinge sich unaufhörlich verschieben, auch die Bedingungen der Zeugung und Entwickelung des neu entstehenden jungen Tieres nicht zweimal dieselben sein können. Wer von

uns könnte wohl behaupten, daß er, selbst bei der regelmäßigsten Lebensführung, zwei absolut identische Momente seiner Geistesstimmung je erlebt habe? Die Geistesstimmung ist aber in bestimmtem Sinne stets auch die Körperstimmung. Der Körper, ein Spiel millionenfach wechselnder physischer Einflüsse durch die Nahrung, die Wärme, das Licht, die Bewegung u. s. w., kennt eben auch keine identischen Momente. Man braucht sich nur an die gröbsten Dinge zu erinnern: wie wir durch eine kosmische Notwendigkeit an einen Planeten gebunden sind, dessen Seiten abwechselnd in der kurzen Frist von 24 Stunden in Licht und Schatten tauchen, dessen schiefe Achsenstellung die tiefgreifendsten Unterschiede von Sommer und Winter bedingt, dessen organisches Leben uns die Wahl der denkbar verschiedensten Nahrungsmittel — vegetabilische oder tierische und innerhalb beider Reiche tausend und tausend chemisch stark verschiedene Sorten — erlaubt u. s. f. Unter diesen Umständen ist es gradezu selbstverständlich, daß auch unsere Geschlechtsprodukte einem ewigen Wechsel unterliegen. Die Trennung in Mann und Weib, der wir gleich den meisten höheren Tieren und Pflanzen unterliegen, nötigt ja schon zur Vereinigung zweier selbst im abstrakten Normalschema fundamental verschiedener Individuen. Nun kommen die individuellen Varianten grade des bestimmten Mannes und der bestimmten Frau hinzu: der Möglichkeiten der Prozentmischung beider in dem leiblichen Nachkommen sind gewiß schon eine Unmenge. Und da immer nur je eine Samenzelle sich mit je einer Eizelle bei der Zeugung vermischt — eine von den wie die Blätter am Baum zahllosen, die Mann und Weib in ihrem Leben produzieren —, jede dieser Ei- und Samenzellen zweifellos in jedem Moment aber genau so individuell von den äußeren Einflüssen „gerichtet" gewissermaßen ist gleich jenen vom Sonnenlicht gerichteten Blättern des Baumes in unserm Bilde oben: so kann es in keiner Weise in Erstaunen setzen, wenn das Produkt jener ewig fließenden Welt selbst bei den Zeugungsergebnissen desselben Paares noch immer wieder neue Varianten selbst über die Grenzen des einfachen Kaleidoskopspiels jener reinen Prozentmöglichkeiten hinaus erzeugt. Was aber vom Menschen gilt, das gilt von der ganzen Organismenwelt. *Das Variieren ist ein Produkt der äußeren Einflüsse.* In zahlreichen Fällen kann man bei Tieren beobachten, wie schon ganz äußerlich Temperatur- oder Nahrungsveränderungen sie sichtbarlich umgestalten, gleichsam nachträglich noch zu höchst abnormen Varietäten machen. Durch besondere Fütterung erzeugen schon die nackten Eingeborenen im Urwald des Amazonenstromes prächtige Färbungen bei ihren gewöhnlichen grünen Papageien (Chrysotis festiva). Der wundervolle malayische Königslori wird ebenso künstlich „gemacht". Bei einer deutschen Schmetterlingsart, der sogenannten Landkarte (Vanessa Levana und Prorsa), die aus gleichen Raupen doch im Frühjahr eine mehr rote, im Herbst eine schwärzliche Varietät entwickelt, läßt sich künstlich

die im Frühjahr auskriechende Winterform aus Sommerpuppen erziehen, wenn man die Puppen in den Eiskeller legt, — ein vortreffliches Beispiel von direktem Temperatureinfluß. Larven von Molchen, die normalerweise erst geschlechtsreif werden, nachdem sie ihre Kiemen abgelegt haben und Lungenatmer geworden sind, pflanzen sich als Kiemenatmer fort, wenn man ihnen die Möglichkeit nimmt, aus dem Wasser herauszuklettern. Was aber von der Larve oder gar dem fertigen Tier äußerlich gilt, das trifft zweifellos noch viel mehr zu bei den Geschlechtsprodukten, die den difficilsten, empfindlichsten Brennpunkt des ganzen Organismus darstellen. Im Detail beginnt hier allerdings ein noch vielfach sehr dunkles Gebiet. Aber die Grundthatsachen sind völlig deutlich. Daß die Ernährungseinflüsse beispielsweise bei den Eltern unmittelbar sich in den Geschlechtsdingen spiegeln, erhellt bereits aus so einfachen Erfahrungen, wie der, daß bei gewisser Veränderung in Nahrung und Lebensweise die Geschlechtsthätigkeit einfach kein Resultat mehr giebt. So werden Raubvögel, Bären, Elefanten und andere Tiere durchweg in der Gefangenschaft unfruchtbar. Eine höchst unheilvolle Beeinflussung der Zeugungsstoffe zum Schaden der daraus erwachsenden Generation kennen wir (beim Menschen) durch den Alkohol, — eine Giftwirkung, die zu „Varietäten“ führt, die leider ebenso traurig wie häufig sind.

Überblickt man diesen engen ursächlichen Zusammenhang von äußerem Einfluß und Varietätenbildung im ganzen, so drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, ob man nicht hier bereits, ohne Darwin weiter zu folgen, dem Geheimnis der Anpassung direkt auf die Spur kommen könnte. Erinnern wir uns an das eben erwähnte Beispiel von der Molch-Larve, die gezwungen ist, im Wasser zu bleiben. Der Fall ist in neuerer Zeit mehrfach sicher beobachtet worden. Im Sommer 1861 fand F. de Filippi im Formazza-Thal in der Schweiz geschlechtsreife Larven des Alpenmolchs (Triton alpestris). 1880 kamen in Jena aus einem Brunnen Larven von Triton cristatus zu Tage, die unter Erhaltung ihrer Kiemen doch sonst vollkommen das Gepräge des fertigen Tieres angenommen hatten. Bei dem seltsamen Molch endlich des Sees von Mexiko, auf den Humboldt zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt, dem Axolotl (Amblystoma axolotl), kannte man lange Zeit hindurch überhaupt bloß geschlechtsreife Kiemenlarven, die unbefangen als das fertig ausgebildete Tier beschrieben wurden, — bis eines Tages unter günstigen Umständen im Pariser Pflanzengarten bei einigen doch noch die endgiltige Metamorphose eintrat und ein echter lungenatmender Landsalamander entstand.

Ist es nicht, als schaue man hier bereits der Natur direkt in die Werkstatt, wie sie einfach durch den Zwang der äußeren Umstände aus einem Tier, dessen Art schon zur Landanpassung übergegangen war, wieder ein Wassertier mit Kiemen schafft?



Der mexikanische Molch Axolotl
oben als kiementragende Larve, unten als fertiges Landtier. (Vergl. Text S. 159.)
Nach dem Leben gezeichnet von M. von Chauvin.

Der Molch im steilwandigen Brunnen, aus dem es kein Entrinnen giebt, der Axolotl in einem austrocknenden See, dessen Ufer durch eine dicke Salzkruste unbewohnbar gemacht werden (in dieser Form ist wenigstens von Kennern des Orts die Hemmung der Metamorphose hier erklärt worden), — sie bleiben einfach fischähnliche Kiemenatmer, weil ihr Aufenthaltsort niemals den Anstoß zu einer Umwandlung giebt, niemals gleichsam den Funken liefert, um die Entwickelung zum Landtier auszulösen. Wo immer dieselben Aufenthaltsbedingungen wiederkehren, wird auch dasselbe sich ereignen. Und haben wir hier den Fall, daß etwas einfach nicht zum Fortfall kommt, weil es nötig bleibt (die Kiemenatmung), so bietet sich scheinbar auf den ersten Blick in tausend Fällen als Gegenprobe das Umgekehrte: das Höhlentier in der Finsternis verliert seine Sehfähigkeit, weil das Auge niemals in Thätigkeit tritt.

Und doch kompliziert sich die Sache gleich schon in einer beherzigenswerten Weise. Wir erleben nicht bloß, daß ein Tier, das mit gesunden Augen geboren wird, durch das beständige Leben in der Finsternis allmählich als Individuum erblindet, sondern wir finden, daß von höhlenbewohnenden Käfern, Spinnen, Molchen u. s. w. bereits blinde Junge zur Welt gebracht werden. Das ist insofern für den, der von dieser direkten Anpassung aus das Mysterium der Artentstehung im Sturm nehmen will, sehr wichtig, als nur die konstante Erzeugung entsprechend veränderter Nachkommen ja das Wort von einer wirklich entstandenen neuen Art rechtfertigen kann.

Aber unmerklich schiebt sich auch eine neue Schwierigkeit damit in die Debatte.

Wir müssen nämlich eine Brücke von der Nichtbenutzung und damit eintretenden individuellen Verkümmerung des Auges beim Höhlentier hinüber finden zu der Einwirkung dieser erworbenen Verkümmerung auf die Reproduktionsorgane, die Geschlechtsprodukte, denen die nächste Generation allein ihr Dasein verdankt. Die Nichtbenutzung des Sehnervs muß sich, wenn die Thatsachen richtig sind und die Anpassung von außen in der Weise direkt erfolgt, spiegeln in der Beschaffenheit der Samenzelle oder Eizelle.

Es fragt sich nur, wie wir uns das denken sollen und ob es nicht am Ende so undenkbar ist, daß der ganze Ideenbau der berührten Art darüber zusammenbricht. Unversehens wird man dabei in das Gebiet der Vererbungsfragen gedrängt. Und da ist vorerst zu sagen, daß man, sowie die Dinge zur Stunde stehen, ein Chaos betritt, in dem vielfach die einfachste Arbeit noch zu thun bleibt.

Der Grundstock der Idee, daß die direkte Anpassung im Zwange der äußeren Umstände — des Ortes, der Nahrung, der Lebensgewohnheiten im weitesten Sinn — einfach durch Vererbung auf die Nachkommen fixiert

werde und so zu immer neu angepaßten Arten führe, war bereits eine hypothetische Errungenschaft des alten Lamarck (vergl. Bd. I S. 194 ff.). Er legte, wie es auch in dem Beispiel von den erblindenden Höhlentieren geschieht, ein Hauptgewicht auf den Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe, der zu den fundamentalsten Wandlungen führe. Die Giraffe, gezwungen den Kopf zur Blätterkrone des langstämmigen Baumes emporzurecken, dehnte ihren Hals, und das vererbte sich dann auf die Nachkommen, bis endlich in weitester Steigerung durch zahlreiche Generationen der monströs lange Hals, wie er heute der Art konstant zukommt, gebildet war. Mancherlei Phantastereien liefen dem geistvollen Hypothesenreiter damit unter, aber im ganzen deutete er doch als früher Seher wenigstens auf einen auch heute noch willig betretenen Weg. Eingehende Studien, auf mikroskopische Detailuntersuchungen gestützt, über die Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs auf die feinste Struktur der Knochen, Muskeln, Drüsen u. s. w. verdanken wir dann Forschern, die bereits mit Darwins Ideen sich auseinandergesetzt hatten, insbesondere Wilhelm Roux, der eine Fülle kompliziertester Formreaktionen der Einzelorganismen auf die direkten äußeren Einflüsse nachwies, wie sie Lamarck noch gar nicht ahnen konnte.

Gleichzeitig damit aber tauchte die Ansicht — ebenfalls durch sehr namhafte Forscher gestützt — auf, daß bei aller Anerkennung dieser direkten Wirkungen auf das Individuum doch die Vererbung solcher Wirkungen, die Vererbung erworbener Eigenschaften, noch niemals irgendwo nachgewiesen sei, — ein Punkt, mit dem eine Entstehung fester Arten rein auf Grund der direkten Anpassung abermals völlig illusorisch werden müßte.

Die Vererbung ist im weitesten Umriß des Wortes eine Erscheinung, die jedem Leser geläufig sein wird. Trotz aller Variabilität erwartet niemand, daß aus der Begattung zweier Katzen ein Hund, zweier Vögel ein Säugetier hervorgehen werde: aus der Katze wird vielmehr wieder eine Katze, das Ei des Vogels birgt einen Vogel. Die Vererbung bleibt aber nicht auf so Allgemeines beschränkt. Wir alle sind daran gewöhnt, daß ein bestimmtes menschliches Elternpaar nicht nur abermals einen Menschen, und zwar, wenn beide Eltern etwa der Kaukasierrasse angehören, einen weißen Menschen erzeugen werde, sondern auch ein Kind hervorbringe, das mehr oder minder im Gesicht und Körperbau diesen Eltern mehr ähnlich sieht als anderen Menschen derselben Rasse. Im Detail darf uns freilich schon diese einfachste menschliche Erfahrung auf mancherlei Wunderlichkeiten innerhalb der allgemeinen Vererbung aufmerksam machen. Aus Gründen, über die wir keinerlei sichere Kenntnis besitzen, wird das Kind bald ein Junge, bald ein Mädchen. Der Junge, obwohl im ganzen als Mann angelegt, kann hervorstechende Züge der Mutter, z. B. auffällige Gesichtsähnlichkeit, geerbt haben. Sehr oft gleichen Kinder nicht den direkten Eltern,

sondern den Großeltern u. s. w. Warum das alles? Wir treten in eine Welt der Rätsel, die vorläufig niemand erhellt. Kein Wunder, wenn unsere Unkenntnis schon vor so alltäglichen Vererbungstücken den Zweifel verstärkt dort weckt, wo eine umfassende Hypothese wie jene Lamarck'sche sich auf irgend einen Punkt grade aus dem Vererbungsgebiet stützen will.

Wohl hat man seit längerer Zeit eine Fülle von Versuchen angestellt, um vom Wesen der Vererbung ein Bild zu gewinnen. Darwin dachte sich unter anderen den Prozeß dabei so, daß jede Zelle des Organismus beständig winzig kleine Teilchen ausscheide (Gemmulae), die sich in den Geschlechtsprodukten aufsammelten und dort Bausteine eines neuen, aber im wesentlichen dem alten sehr ähnlichen Zellenbaues würden. Unter Umständen könnten einige Gemmulä latent bleiben und gleichsam schlummernd auf die zweite oder dritte Generation übergehen, um dort erst zur Entfaltung zu kommen, — was die gelegentliche Ähnlichkeit von Großvater und Enkel erklären würde. Die Hypothese, als Pangenesis (Erzeugung aus dem Ganzen) bezeichnet, hat sich keiner großen Liebe bei den besten Kennern des Problems erfreut und ist in der groben Form jedenfalls voller Widersprüche. Aber damit ist nicht gesagt, daß ihre zahlreichen Geschwister sehr viel besser wären. Das eine ist an der Pangenesishypothese wenigstens interessant, daß sie der Vererbung von im Leben des Individuums durch direkte Anpassung erworbenen Eigenschaften prinzipiell nichts in den Weg stellen würde. Wenn das Ausscheiden der Gemmulä durch alle Zellen immerzu stattfindet, so würden erworbene Veränderungen gewisser Zellen auch veränderte Gemmulä liefern, deren Folgen die nächste oder eine der nächsten Geburten zeigen müßte. Wo die Zellen ganz fehlten, würden gar keine Gemmulä ausgeschieden: eine Katze, der man den Schwanz abgehackt, erzeugte für ihre späteren Jungen keine Schwanz-Gemmulä mehr, und dieser Mangel könnte sich früher oder später bei den Nachkommen in „vererbter" Schwanzlosigkeit rächen. Die Frage ist nur, ob das, was im Rahmen der Hypothese sein könnte, in der Praxis außerhalb aller Hypothese jemals wirklich vorgekommen ist. Und hier hat in neuerer Zeit ein allerdings enger Kreis von Naturforschern, in dessen Mittelpunkt der kenntnisreiche und vom lautersten Wahrheitsdrang geleitete Zoologe August Weismann steht, den energischsten Protest eingelegt. Weismann ist der Ansicht, daß die Zeugungsstoffe, die das neu werdende Wesen in seiner Art und Eigenart bestimmen, niemals durch die Veränderungen, die der Gebrauch oder Nichtgebrauch eines Organs oder gar der durch künstliche Verstümmelung hervorgebrachte Verlust eines Organs bei den Eltern bewirkt hat, so beeinflußt werden könnten, daß das neu werdende Wesen nun auch in seinen Organen entsprechende Umwandlungen zeige. Alle Belege, die je dafür aus der Praxis angeführt worden sind, verwirft er als unkritisch überlieferte Legenden. Der Streit darüber ist zur Zeit in vollem Gange. Es kann

nicht Aufgabe dieses Buches sein, in ihn einzugreifen oder auch nur ein umfassendes Referat zu geben. Nur der Punkt sollte dem Leser angedeutet sein, wo die Debatte einsetzt, und es sollte als bedeutsam betont werden, daß an dieser für unsere Kenntnis der Entwickelungsgesetze so überaus wichtigen Stelle überhaupt noch eine so ernste Debatte möglich sei. Gegen Weismann haben sich in mehr oder minder ausführlichen Darlegungen Häckel, Eimer, Haacke, Herbert Spencer, auch Virchow und andere erklärt. Vielfach hat man dort mit höchstem Recht auf die außerordentlich große theoretische Bedeutung der Frage hingewiesen. Umschließt sie doch in ihrem scheinbar engen Rahmen eigentlich das ganze große Problem, ob in der organischen Welt eben durch ihre Lebensbethätigung selbst ein Fortschritt möglich geworden sei, — ein Problem, das eine ganz fundamentale Bedeutung gewinnt bei der Betrachtung unserer menschlichen Geistesentwickelung. Wer sich Fälle der letzteren Art klar vergegenwärtigt, wird gegen Weismanns Ideen vorläufig ein außerordentliches Mißtrauen hegen müssen, — zumal es ja einstweilen auch nur Ideen ohne jede experimentelle Begründung sind. Ich werde an späterer Stelle, bei Gelegenheit der Entstehung des Menschen, noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen.

Was im allgemeinen auch von den Gegnern zugegeben werden muß, ist die Seltenheit der Vererbung bei plötzlichen groben Abänderungen, z. B. Verstümmelungen. Überliefert wird, daß man schwanzlose Hunde durch konsequentes Abschneiden der Schwänze erzeugt habe; nach Häckel soll ein Zuchtstier in Jena, dem der Schwanz abgequetscht worden war, ungeschwänzte Kälber zu Nachkommen gehabt haben. Auf der anderen Seite ist seltsam genug, daß gewisse seit Jahrtausenden betriebene gewohnheitsmäßige Verstümmelungen, wie das Beschneiden bei den Juden, nicht zu einer direkten Veränderung durch Vererbung geführt haben. Das Zünglein der Wage schwankt eben auf und ab. Nur das bleibt unbestreitbar, daß ein sicher festgestellter Fall Weismanns Hypothese umwirft, während der Anhänger der Vererbung erworbener Eigenschaften ihre relative Seltenheit vor groben Verletzungsfällen bloß als etwas Merkwürdiges, im übrigen aber Belangloses einfach mit in Kauf nehmen darf.

Wie es nun damit ende (und nur unablässige kritische Arbeit kann dem Streit ein wahres Ende machen): auch ohne die Vererbungshypothesen bleibt der reine Lamarckismus, wie er oben gekennzeichnet ist, voll von ungelösten Schwierigkeiten. Wenn der Organismus auf veränderte äußere Bedingungen durch unerschöpfliche direkte Anpassung reagiert, so ist nicht einzusehen, warum trotzdem so zahlreiche Tierformen im Laufe der Erdgeschichte ohne Nachkommen verschwunden sind. Und dann die Kompliziertheit der Anpassungen im einzelnen! Daß eine bestimmte Nahrung unmittelbar die Farbe verändert, haben wir gesehen. Aber ist darin zugleich etwas darüber ausgesagt, daß die entsprechende Farbänderung für

das betreffende Tier „nützlich" sein müsse? In der Erzeugung wundervoller und auffälliger Farben ist die Natur ja an sich eine wahre Verschwenderin. Man denke an die Herrlichkeit der farbigen Edelsteine, an die Doppelsterne des Alls. Aber hier ist die Farbe überall „zwecklos" für die Erhaltung. Auch bei den Organismen finden sich Beispiele solcher zwecklosen Färbung. In Abgründen des Oceans, die kein Lichtstrahl mehr erreicht, wachsen Schwämme, die, ans Licht gebracht, die grellsten Farben zeigen. Krabben derselben dunklen Tiefe weisen ein intensives Rot. Aber diese Fälle lassen sich nicht einfach verallgemeinern, sobald man die Fülle der organischen Farben und Formen so durchmustert, wie wir es oben gethan. Die Mehrzahl steht unzweideutig im Dienste der ausgesprochensten „Nützlichkeit", bildet eine „Anpassung", und zwar eine Anpassung der verwickeltsten Art, die unendlich weit über so einfache und rein negative Vorgänge wie etwa die Entwickelungshemmung beim Axolotl hinaus ins Positive und Aktive übergreift.

So macht die Lamarck'sche Theorie, so echt mechanisch und damit wissenschaftlich sie auch (z. B. eben in Fällen, wie bei dem Axolotl oder auch vielleicht noch den blinden Höhlentieren) bereits ist, doch auf alle Fälle noch eine entscheidende Hilfshypothese nötig. Diese Hilfshypothese zu geben war Charles Darwins specielle Aufgabe. Er verwies im Sinne der oben skizzierten Grundidee auf die Rolle, die der Kampf ums Dasein innerhalb der tausend blinden Veränderungen und Neubildungen als die große Jätmaschine zu Gunsten der Nützlichkeit spiele.

Der „Kampf ums Dasein" (wie das Darwin'sche Schlagwort übersetzt wird) ist ebenso wie die Variabilität und die Vererbung an sich der Ausdruck einer unanzweifelbaren Thatsache. „Ich will vorausschicken," sagt Darwin in seinem Hauptwerke bei Besprechung dieses Punktes, „daß ich diesen Ausdruck in einem weiten und metaphorischen Sinne gebrauche, unter dem sowohl die Abhängigkeit der Wesen von einander, als auch, was wichtiger ist, nicht allein das Leben des Individuums, sondern auch Erfolg in Bezug auf das Hinterlassen von Nachkommenschaft einbegriffen wird. Man kann mit Recht sagen, daß zwei hundeartige Raubtiere in Zeiten des Mangels um Nahrung und Leben mit einander kämpfen. Aber man kann auch sagen, eine Pflanze kämpfe am Rande der Wüste um ihr Dasein gegen die Trocknis, obwohl es angemessener wäre, zu sagen, sie hänge von der Feuchtigkeit ab. Von einer Pflanze, welche alljährlich tausend Samen erzeugt, unter welchen im Durchschnitte nur einer zur Entwickelung kommt, kann man noch richtiger sagen, sie kämpfe ums Dasein mit anderen Pflanzen derselben oder anderer Arten, welche bereits den Boden bekleiden. Die Mistel ist vom Apfelbaum und einigen wenigen anderen Baumarten abhängig; doch kann man nur in einem weit hergeholten Sinne sagen, sie kämpfe mit diesen Bäumen; denn wenn zu viele

dieser Schmarotzer auf demselben Baume wachsen, so wird er verkümmern und sterben. Wachsen aber mehrere Sämlinge derselben dicht auf einem Äste beisammen, so kann man in zutreffender Weise sagen, sie kämpfen mit einander. Da die Samen der Mistel von Vögeln ausgestreut werden, so hängt ihr Dasein mit von dem der Vögel ab, und man kann metaphorisch sagen, sie kämpfen mit anderen beerentragenden Pflanzen, damit sie die Vögel veranlassen, eher ihre Früchte zu verzehren und ihre Samen auszustreuen, als die der anderen. In diesen mancherlei Bedeutungen, welche ineinander übergehen, gebrauche ich der Bequemlichkeit halber den allgemeinen Ausdruck „Kampf ums Dasein".

„Ein Kampf ums Dasein" fährt Darwin, dessen eigene Definitionen zweifellos in diesem Punkt die besten aller je gegebenen sind, fort, „tritt unvermeidlich ein infolge des starken Verhältnisses, in welchem sich alle Organismen zu vermehren streben. Jedes Wesen, welches während seiner natürlichen Lebenszeit mehrere Eier oder Samen hervorbringt, muß während einer Periode seines Lebens oder zu einer gewissen Jahreszeit oder gelegentlich einmal in einem Jahre eine Zerstörung erfahren, sonst würde seine Zahl zufolge der geometrischen Zunahme rasch zu so außerordentlicher Größe anwachsen, daß kein Land das Erzeugte zu ernähren im stande wäre. Da daher mehr Individuen erzeugt werden, als möglicherweise fortbestehen können, so muß in jedem Falle ein Kampf um die Existenz eintreten, entweder zwischen den Individuen einer Art oder zwischen denen verschiedener Arten, oder zwischen ihnen und den äußeren Lebensbedingungen. Es ist die Lehre von Malthus in verstärkter Kraft auf das gesamte Tier- und Pflanzenreich übertragen; denn in diesem Falle ist keine künstliche Vermehrung der Nahrungsmittel und keine vorsichtige Enthaltung vom Heiraten möglich. Obwohl daher einige Arten jetzt in mehr oder weniger rascher Zahlenzunahme begriffen sein mögen: alle können es nicht zugleich, denn die Welt würde sie nicht fassen.

Es giebt keine Ausnahme von der Regel, daß jedes organische Wesen sich auf natürliche Weise in einem solchen Maße vermehrt, daß, wenn nicht Zerstörung eintrete, die Erde bald von der Nachkommenschaft eines einzigen Paares bedeckt sein würde. Selbst der Mensch, welcher sich doch nur langsam vermehrt, verdoppelt seine Anzahl in fünfundzwanzig Jahren, und bei so fortschreitender Vervielfältigung würde die Erde schon in weniger als tausend Jahren buchstäblich keinen Raum mehr für seine Nachkommenschaft haben. . . .

Im Naturzustande bringt fast jede erwachsene Pflanze jährlich Samen hervor, und unter den Tieren sind nur sehr wenige, die sich nicht jährlich paarten. Wir können daher mit Zuversicht behaupten, daß alle Pflanzen und Tiere sich in geometrischem Verhältnisse zu vermehren strebten, daß sie jede Gegend, in welcher sie nur irgendwie existieren könnten, sehr rasch zu

bevölkern im stande sein würden und daß dieses Streben zur geometrischen Vermehrung zu irgend einer Zeit ihres Lebens durch zerstörende Eingriffe beschränkt werden muß. Unsere genaue Bekanntschaft mit den größeren Haustieren könnte zwar, wie ich glaube, unsere Meinung in dieser Beziehung leicht irreleiten, da wir keine große Zerstörung sie treffen sehen; aber wir vergessen, daß Tausende jährlich zu unserer Nahrung geschlachtet werden und daß im Naturzustande wohl ebenso viele irgendwie beseitigt werden müßten.

Der einzige Unterschied zwischen den Organismen, welche jährlich Tausende von Eiern oder Samen hervorbringen, und jenen, welche deren nur äußerst wenige liefern, besteht darin, daß die sich langsam Vermehrenden ein paar Jahre mehr brauchen werden, um unter günstigen Verhältnissen einen Bezirk zu bevölkern, sei derselbe auch noch so groß. Der Kondor legt zwei Eier und der Strauß deren zwanzig, und doch dürfte in einer und derselben Gegend der Kondor leicht der häufigere von beiden werden. Der Eissturmvogel (Procellaria glacialis) legt nur ein Ei, und doch glaubt man, daß er der zahlreichste Vogel in der Welt ist.

Die eine Fliege legt hundert Eier und die andere, wie z. B. Hippobosca, deren nur eines; diese Verschiedenheit bestimmt aber nicht die Menge der Individuen, die in einem Bezirk ihren Unterhalt finden können. Eine große Anzahl von Eiern ist von Wichtigkeit für diejenigen Arten, deren Nahrungsvorräte raschen Schwankungen unterworfen sind; denn sie gestattet eine Vermehrung der Individuenzahl in kurzer Frist. Aber die wirkliche Bedeutung einer großen Zahl von Eiern oder Samen liegt darin, daß sie eine stärkere Zerstörung, welche zu irgend einer Lebenszeit erfolgt, ausgleicht; und diese Zeit des Lebens ist in der großen Mehrheit der Fälle eine sehr frühe. Kann ein Tier in irgend einer Weise seine eigenen Eier und Jungen schützen, so mag es deren nur eine geringere Anzahl erzeugen: es wird doch die ganze durchschnittliche Anzahl aufbringen; werden aber viele Eier oder Junge zerstört, so müssen deren viele erzeugt werden, wenn die Art nicht untergehen soll. Wird eine Baumart durchschnittlich tausend Jahre alt, so würde es zur Erhaltung ihrer vollen Anzahl genügen, wenn sie in tausend Jahren nur einen Samen hervorbrächte, vorausgesetzt, daß dieser eine nie zerstört und mit Sicherheit auf einen geeigneten Platz zur Keimung gebracht würde. So hängt in allen Fällen die mittlere Anzahl von Individuen einer jeden Pflanzen- oder Tierart nun indirekt von der Zahl ihrer Samen oder Eier ab.

Bei Betrachtung der Natur ist es nötig, die vorstehenden Betrachtungen fortwährend im Auge zu behalten und nie zu vergessen, daß man von jedem einzelnen organischen Wesen sagen kann, es strebe nach der äußersten Vermehrung seiner Anzahl, daß jedes in irgend einem Zeitabschnitte seines Lebens in einem Kampfe begriffen ist und daß eine große Zerstörung un-

vermeidlich in jeder Generation oder in wiederkehrenden Perioden die jungen oder alten Individuen befällt. Wird irgend ein Hindernis beseitigt oder die Zerstörung um noch so wenig geändert, so wird beinahe augenblicklich die Zahl der Individuen zu jeder Höhe anwachsen."

Eine umfassende Untersuchung des Problems vom „Kampf ums Dasein", das man früher wohl konstatiert, aber nie „durchdacht" hatte, führte Darwin zu dem Schluß, daß hier ein Regulator der organischen Welt vorliege, wie er einflußreicher gar nicht erfunden werden könne. Durch ihre innere Naturanlage zu unbegrenzter Vermehrung gedrängt, dabei aber durch die Einschränkung in der Möglichkeit gleichzeitiger Existenz ebenso unablässig beengt und decimiert, mußte die bleibende organische Welt in ihrem wahren Bestande stets nur eine Auswahl inmitten zahlloser hingeschlachteter Hekatomben darstellen. Wer aber bildete diese Auswahl? Hier erst war es, wo Darwin in gewissem Sinne die schon von Lamarck angeregten Ideen für seinen Zweck heranholte, um sie gleichzeitig ganz bedeutend zu vertiefen. Alle die Formen bildeten die Auswahl, bei denen die kleinen Veränderungen, die sie durch die Außenwelt erhielten und die zu dem Spiel der zahllosen individuellen Varietäten führten, einen Vorteil gewährten im Kampfe ums Dasein.

Wie man deutlich sieht, fordert auch Darwins Lehre, daß jedesmal eine Anzahl im Erfolg nützlicher Variationen erzeugt werde. In diesem Sinne bleibt der Kerngedanke Lamarcks bestehen, daß der äußere Einfluß direkt zu Anpassungen führen könne. Aber darin geht Darwin weiter, daß er keineswegs jede Varietät, die im Zwange der wechselnden äußeren Umstände entsteht, für eine Anpassung hält. Erst dadurch, daß unter tausend beliebigen Varietäten diejenige im Kampfe ums Dasein alle anderen überlebt, die zufällig irgendwie der Anpassungsforderung der Stunde entspricht, wird die organische Welt schließlich das Reich der vollkommenen Anpassung, das uns vor Augen steht, — ein Reich, das allerdings wie das eines mongolischen Despoten auf der Schädelpyramide von Millionen unbrauchbarer Varianten steht, die an sich der Entstehung nach genau ebenso gut Produkt der äußeren Einflüsse waren wie die brauchbaren.

Bei dem engen Zusammenhang der Dinge auf dem Schlachtplan des Daseinskampfes ist es klar, daß schon äußerst geringfügige Vorteile zunächst eine Varietät siegreich machen können. Oben ist schon erwähnt, wie dann die Bevorzugung wieder grade der Vertreter dieser besseren Varietät bei der Nachkommenzeugung die Varietät stabil machen hilft und schließlich zur „Art" fixiert. Freilich kommt da abermals die Erblichkeit in Betracht. Aber es muß gesagt werden, daß Darwins Zuchtwahllehre sich des Zustandes einer wenigstens relativen Neutralität innerhalb des großen Vererbungszwistes erfreuen darf. Darwin selbst hatte sehr entschiedene Berührungspunkte mit Weismann, — trotz der Pangenesis-Hypothese. Weismann

aber (und ebenso Wallace, der Mitbegründer der Zuchtwahltheorie) sehen grade in der Zuchtwahl die Rettung für den eigentlichen Entwickelungsgedanken auch ohne Vererbung erworbener Eigenschaften, freilich in einer äußerst kühnen Weise. In der That ist es ja für die Zuchtwahl an sich gleichgiltig, was und wie vererbt wird, — wenn nur überhaupt Varietäten und darunter erhaltungsfähige („angepaßte") entstehen, — eine Thatsache, die als solche zu leugnen Weismann nicht einfällt.

Im ganzen kann man sagen, daß, so groß auch im Moment noch die Unsicherheit ist über die entscheidenden Ursachen der Variabilität und vor allem über das an sich (wenn auch inmitten von Tausenden unbrauchbarer Formen) unleugbare Auftauchen einzelner anpassungsfähiger Varietäten,*) — doch die nachträgliche Wirkung der Auslese im Kampfe ums Dasein, wie sie Darwin mustergiltig erläutert, von keinem irgendwie kompetenten Beurteiler mehr angezweifelt wird. Für die Enträtselung der Methode, wie im einzelnen der Kampf ums Dasein es fertig bringt, eine glückliche Varietät gleichsam fortgesetzt in ihrem „Glücke" zu steigern und schließlich zu einer jener prächtig angepaßten Arten zu machen, deren Wunder wir oben kennen gelernt haben, bot sich Darwin die beste Quelle in den Erfolgen ähnlicher Art, die bereits heute dem Menschen glücken, wenn er eine auftauchende besonders schöne Tauben- oder Blumenvarietät für seine Zwecke fixieren will. Ich habe schon einmal an die zahllosen Georginenvarietäten erinnert, die alle ein Werk unserer Gärtner sind. Aber unser ganzer Blumengarten mit all seinen großblütigen, zum Teil gefüllten, prachtvoll duftenden Ziergewächsen, unser Obstgarten mit seinen riesigen Erdbeeren, seinen Pfirsichen, seinen zahllosen Apfel- und Birnensorten, unser Hühnerhof, Taubenschlag, Hundepark, Pferde- und Kaninchenstall, — was sind sie anderes, als ein großes Museum „künstlicher Zuchtwahl" des Menschen? Denn (so faßt Häckel in prägnanten Worten Darwins Darlegung zusammen) „wodurch bringt der Mensch diese außerordentliche Verschiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwiesenermaßen von einer und derselben Stammform abstammen? Lassen Sie uns zur Beantwortung dieser Frage einen Gärtner verfolgen, der eine neue, durch besonders schöne Blumenfarbe ausgezeichnete Pflanzenform züchten will. Derselbe wird zunächst unter einer großen Anzahl von

*) Daß die Entwickelungslehre erst dann eine erschöpfende mechanische Theorie von der Entstehung der Arten geben werde, wenn einmal die Ursachen der individuellen Variation im streng mechanischen Sinne vollkommen aufgeklärt sind, hat in neuerer Zeit insbesondere Karl Hauptmann in seinem gedankenreichen Buche „Die Metaphysik in der modernen Physiologie" (Dresden bei L. Ehlermann 1893) betont. Man muß sich nur hüten (wie es von manchen andern geschehen), diesen wahren Sachverhalt zu einer Kritik des Darwinismus verdunkeln zu wollen. Ein Fortschritt wird niemals dadurch in seinem Werte beeinträchtigt, daß er Ausblick auf noch höhere Stufen schafft.

Pflanzen, welche Sämlinge einer und derselben Pflanze sind, eine Auswahl oder Selektion treffen. Er wird diejenigen Pflanzen heraussuchen, welche die ihm erwünschte Blütenfarbe am meisten ausgeprägt zeigen. Gerade die Blütenfarbe ist ein sehr veränderlicher Gegenstand. Zum Beispiel zeigen Pflanzen, welche in der Regel eine weiße Blüte besitzen, sehr häufig Abweichungen ins Blaue oder Rote hinein. Wenn nun der Gärtner eine solche gewöhnlich weiß blühende Pflanze in roter Farbe zu erhalten wünscht, so wird er sehr sorgfältig unter den mancherlei verschiedenen Abkömmlingen einer und derselben Samenpflanze diejenigen heraussuchen, die am deutlichsten einen roten Anflug zeigen; diese wird er ausschließlich aussäen, um neue Individuen derselben Art zu erzielen. Er wird die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rote Farbe zeigen, ausfallen lassen und nicht weiter kultivieren. Ausschließlich diejenigen Pflanzen, deren Blüten das stärkste Rot zeigen, wird er fortpflanzen, und die Samen, welche diese auserlesenen Pflanzen bringen, wird er aussäen. Die Blüten von den Samenpflanzen dieser zweiten Generation werden durchschnittlich schon mehr rötlich gefärbt sein. Unter diesen wird der Gärtner wiederum diejenigen sorgfältig herauslesen, die das Rote am deutlichsten ausgeprägt haben. Wenn eine solche Auslese durch eine Reihe von sechs oder zehn Generationen hindurch geschieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüte ausgesucht wird, die das tiefste Rot zeigt, so wird der Gärtner schließlich die gewünschte Pflanze mit rein roter Blütenfarbe bekommen.

Ebenso verfährt der Landwirt, welcher eine besondere Tierrasse züchten will, also z. B. eine Schafsorte, welche sich durch besonders feine Wolle auszeichnet. Die einfache, bei der Vervollkommnung der Wolle angewandte Kunst besteht darin, daß der Landwirt mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen aussucht, welche die feinste Wolle haben Diese allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenschaft dieser Auserwählten werden abermals diejenigen herausgesucht, die sich durch die beste Wolle auszeichnen u. s. f. Wenn diese sorgfältige Auslese eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt wird, so zeigen die auserlesenen Zuchtschafe schließlich eine sehr feine Wolle, welche sehr auffallend, und zwar nach dem Wunsche und zu Gunsten des Züchters, von der Wolle des ursprünglichen Stammvaters verschieden ist. Die Unterschiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieser künstlichen Auslese ankommt, sind sehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Mensch ist nicht im stande, die ungemein feinen Unterschiede der Einzelwesen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den ersten Blick wahrnimmt. Das Geschäft des Züchters ist keine leichte Kunst; dasselbe erfordert einen außerordentlich scharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerst sorgsame Behandlungsweise der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die

Unterschiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge, aber durch die Häufung dieser feinen Unterschiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt sehr bedeutend. Sie wird so auffallend, daß endlich die künstlich erzeugte Form von der ursprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei sogenannte gute Arten im Naturzustande thun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigentümlichkeiten bei den kultivierten Arten der Tiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten Züchter bestimmte Aufträge geben und z. B. sagen: Ich wünsche diese Pflanzenart oder diese Taubenrasse in der und der Farbe, mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirte häufig im stande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen, „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen". Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Tiere dreimal wiederholt nebeneinander auf Tische gelegt und auf das sorgfältigste studiert. Jedesmal werden nur die besten Schafe mit der feinsten Wolle ausgelesen, so daß zuletzt von einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserlesene feine Tiere übrig bleiben. Nur diese letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es sind also eigentlich ungemein einfache Ursachen, mittels welcher die künstliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt; und diese großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summierung der einzelnen an sich sehr unbedeutenden Unterschiede, welche die fortwährend wiederholte Auslese oder Selektion vergrößert."

Der Weg, den wir den Menschen als Tier- und Pflanzenzüchter einschlagen sehen, ist in der Methode genau derselbe, der im Kampfe ums Dasein gilt, — bloß daß hier der Züchter bewußt für seine Zwecke das Ausmerzen des Unbrauchbaren von Generation zu Generation besorgt. Die „Variation" selbst muß dabei hier wie dort gegeben sein, ebenso das eine (auch von Weismann unbestrittene) Erblichkeitsgesetz, wonach die reinen Nachkommen einer Varietät stets die meisten Chancen haben, diese Varietät weiterzutreiben.

So viel ist, wenn man auf das Ganze zurückblickt, sicher, daß wir mit den Darwin'schen Ideen ein gut Stück in der Aufhellung des Entwickelungsmechanismus der Organismen weiter gekommen sind. Daß sich noch ein ganzes Netz vorläufig unaufgeklärter Beziehungen außerdem hineinverwebt, darüber war sich niemand klarer als Darwin selbst. Nur ein Beispiel der Art sei hier noch gestreift — mehrere andere werden uns später noch beschäftigen. Es betrifft eine Erscheinungsreihe, die man unter dem Namen „korrelative Organe" zusammenzufassen pflegt. Es scheint gradezu ein

eigentümliches Gesetz in der organischen Welt zu bestehen, das eine bestimmte Wechselbeziehung (Korrelation) der Organe eines Wesens unter sich vorschreibt. Variiert ein Organ, so zeigen sich seltsame Veränderungen auch an gar nicht direkt damit zusammenhängenden anderen Teilen des Körpers. Weiße Katzen mit blauen Augen sind fast durchweg taub. Unbehaarte Hunde zeigen ein unvollständiges Gebiß. Tauben mit Federfüßen tragen zwischen ihren Zehen eine Haut. Kurzschnäbelige Tauben haben kleine, langschnäbelige dagegen große Füße. Wird von einem menschlichen Züchter die eine Variante künstlich gefestigt, so geht auch die andere mit, und ebenso muß es beim Daseinskampfe in der freien Natur stets gewesen sein. Einerseits erklärt dieses Gesetz manche Wunderlichkeit, manche unbegreifliche Monstrosität in der organischen Formenwelt. Man glaubt einen Fingerzeig zu sehen, warum z. B. Säugetiere, denen die Anpassung so abnorme Hautbedeckungen herausgebildet, wie sie das Schuppentier oder Gürteltier tragen, grade auch im Zahnbau sich so ganz eigenartig entwickelt haben. Man versteht auch, daß ein Tier auf Grund einer glücklichen Variante ein wahres Muster von Anpassung geworden sein konnte und doch eines Tages dem Untergang verfiel, weil auf Grund der Korrelation ein anderes Organ in ihm, das zwangsweise mitvariieren mußte, schließlich zu unheilvollen Verbildungen führte. Aber darum versteht man die mechanischen Ursachen der Korrelation im einzelnen noch lange nicht, — genau so wenig wie die der Variabilität selber. Andere Dinge, die in die einfache natürliche Zuchtwahl höchst bedeutsam eingreifen, im Detail aber auch noch lange nicht ganz aufgeklärt und dem Streite entrückt sind, stecken in dem, was Darwin „geschlechtliche Zuchtwahl“ genannt hat. Es giebt einen ganzen Kreis von seltsamen Formen und Farben im Reich der höheren Tiere, die offenbar aufs sorgsamste ausgebildet und stabil gemacht sind, aber keinerlei Anpassungszwecken im eigentlichen Sinne dienen, auch aus einfacher Korrelation schwer zu deuten sind. Dahin gehört die Farbenpracht und besondere Bewehrung so vieler männlicher Tiere. Jedermann kennt den Unterschied zwischen dem märchenhaft schillernden Gefieder des Pfauhahns und dem unscheinbaren Kleide der Pfauhenne, zwischen Hirsch und Hirschkuh, Löwe und Löwin, Männchen und Weibchen des Hirschkäfers u. s. w. Diese Differenzen der Geschlechter hat Darwin auf eine Auslese im Konkurrenzkampf der Männchen untereinander um den Besitz eines Weibchens zurückzuführen gesucht. Die von ihm sogenannte geschlechtliche Zuchtwahl unterscheidet sich vor allem dadurch von der einfachen natürlichen, daß bei den höchst entwickelten Tieren bereits der Intellekt des Individuums in der Weise einzugreifen beginnt, daß das Weibchen vielfach eine „Wahl“ ausübt, z. B. bei Vögeln je nach seinem Geschmack das schönste Männchen auswählt und so eine Auslese zu stande bringt, die sich entschieden der künstlichen Züchtung nähert, wie sie der Mensch zur Anwendung bringt. Darwins Anschauungen über diesen

Punkt (die nicht ohne scharfe Angriffe geblieben, aber bisher nirgendwo widerlegt sind) werden uns in einem späteren Kapitel (bei Gelegenheit der Entstehung des „Intellekts“ und der Menschwerdung) noch eingehender beschäftigen, hier genügt der Hinweis, um zu zeigen, wieviel mehr oder minder weite Perspektiven der Darwinismus noch eröffnet, ohne daß er sie alle schon ganz umfaßte.

Der Umriß der Darwin'schen Lehre, wie er im voraufgehenden gegeben ist, wird, wie ich glaube, für den Leser ausreichen, um die vielen Einzelfälle in den folgenden Kapiteln unter einen bestimmten Gesichtspunkt einordnen zu können, — wozu die nötigen Erläuterungen passenden Ortes nicht fehlen werden.

So viel wird er eingesehen haben, daß erstens überhaupt eine Entwickelung innerhalb der organischen Welt stattgefunden hat.

Zweitens, daß in dieser Entwickelung eine unablässige „Anpassung“ an die wechselnden Existenzbedingungen sich geltend gemacht hat.

Drittens, daß wenigstens höchst bedeutsame Versuche vorliegen, diese Anpassung der biegsamen Organismen einfach auf einen mechanischen Prozeß zurückzuführen, derart, daß die Existenzbedingungen in ihrem tausendfachen Wechsel und ihren durch die Größe und Gestalt der Erde gegebenen Grenzen selbst ihre Veranlassung gebildet haben, indem sie das Protoplasma in tausend Varietäten spalteten, aus denen dann der Kampf ums Dasein die „angepaßten“ auslas und zu wenigstens zeitweilig dauernden Arten fixierte.

Nachdem wir diese allgemeinen Grundgedanken gewonnen, können wir nunmehr wirklich den oben verworfenen Weg doch getrost einschlagen: nämlich verfolgen, was denn von dem wirklichen Verlauf der historischen Entwickelung der Organismen auf der Erde an greifbaren Resten vorhanden ist. Es wird uns oft genug — und gleich zu Anfang sogar — nicht erspart bleiben, auch selbst im engen Bereich dort das blühende Bild des Lebens zu citieren, um aus seinen Farben eine klare Anschauung zu gewinnen von dem, was der bleiche Knochen, der graue Steinabdruck der Vergangenheit einst wirklich war, da das Wesen, das ihn uns gelassen, noch „atmete im rosigen Licht“. Millionen von Jahren zählt uns der Geologe daher. Und doch ist es ein Tag und eine Stunde nur, sobald man das innerlich Gleichartige der waltenden Naturgesetze begriffen hat. Dasselbe Gesetz der Anpassung, das den grünen Laubfrosch heute auf seinem grünen Blatte schützt, beherrschte den Krebs und die Alge des uralten kambrischen Meeres, die Ichthyosaurier der Jurazeit, das kolossale Megatherium, dessen Zeitgenosse der Mensch schon war, obwohl seine Tradition jede Spur davon verloren hat. Nur weil

eben der Gang des Uhrwerks sich ewig gleich geblieben ist, darum vermag der rückschauende Geist des Menschen noch einmal gleichsam den Zeiger zu drehen bis hinauf in jene ältesten Tage, da die Biosphäre, der Majaschleier des Lebendigen, den erkaltenden Planeten zu umspinnen begann, um alsbald eine Fülle von Formen und Individuen zu erzeugen, die ihre Reste zu Felsen türmten und ihre Spuren in unverlöschlicher Schrift in das Gestein eingruben. Ohne die Erkenntnis der Gleichheit vor dem Weltgesetz wären uns heute noch alle jene Schätze des Bergesschachts ein kindisches Naturspiel, ohne Teil an uns, inhaltsleer und erkenntnisleer. Im freundlichen Banne aber der vier Jahrhunderte von Kopernikus bis Darwin schreiten wir heute bereits hindurch wie der Wandrer Schillers, der beruhigt ruft:

„Und die Sonne Homers, — siehe, sie lächelt auch uns!“

Die kambrische Formation

und die ältesten Spuren organischen Lebens auf der Erde.

Das Wort „Formation“, das an der Spitze dieses Kapitels steht, enthält die Quintessenz einer langen und überaus schwierigen Forscherarbeit. Nachdem man endlich einmal angefangen, die Gesteinshülle der Erde, wie sie uns an der Oberfläche oder in Bergwerken vor Augen liegt, als etwas „Gewordenes“ aufzufassen, und nachdem man in ihren Besonderheiten ebenso viele Dokumente einer „Erdgeschichte“ erkannt hatte, lag ein weiterer ungeheuerer Fortschritt darin, daß man eine wirkliche Reihenfolge hinsichtlich ihrer Entstehungszeit innerhalb der Gesteinsarten im einzelnen aufzustellen versuchte.

Die Frucht solchen Versuches ist unser heutiger geologischer Begriff der „Formation“.

Man spricht von einer Jura-Formation, einer Kreide-Formation u. s. w., z. B. auch, wie unser Titel sie nennt, einer kambrischen Formation. Unter Formation wird dabei ein Komplex von Gesteinen verstanden, die ihre Entstehung einer bestimmten, durch ihre Tier- und Pflanzenwelt wenigstens einigermaßen gegen die früheren und späteren abgesonderten Epoche der Erdentwickelung verdanken. Im oberflächlichen Sprachgebrauch fließt der Begriff Formation oft sogar einfach zusammen mit seinem zeitlichen Äquivalent, der Epoche, und Jura-Formation etwa gilt direkt als gleichbedeutend mit Jura-Epoche, Jura-Periode oder Jura-Zeit. Da sich auch heute noch

bestimmte Gesteinsformen bilden (vor allem die schichtenbildenden Niederschläge aus dem Wasser dauern ja unablässig fort), so stehen auch wir noch inmitten einer Formation, und zwar der jüngsten; die Kreide-Formation etwa ist viel älter, noch älter die Jura-Formation und ganz uralt die erwähnte kambrische. Die umstehende Tabelle mag dem Leser einen Überblick über die gegenwärtig noch durchweg gebräuchliche Reihenfolge und Bezeichnung der wichtigsten Formationen geben.

Die Namen der Formationen, wie sie die Tabelle zeigt, sind mehr oder minder ganz zufällige, die sich im Laufe der vielfachen Kreuz- und Quersprünge der ersten rohen Ergründung dieser Dinge aus äußeren Bequemlichkeitsgründen eingebürgert haben. Zum Teil sind sie gradezu schlecht und nur durch die Tradition jetzt geheiligt wie so vieles, was die Wissenschaft noch als deutliches Merkmal ihres „Werdens“ mit sich herumschleppt, gleich einem Hühnchen mit den Resten seiner Eierschale. Die unterste, die laurentische Formation ist nach dem Lorenzstrom in Nord-Amerika getauft, in dessen Umkreis sich zugehörige Gesteine in vielen Tausenden von Metern Mächtigkeit finden; da aber an den verschiedensten Orten der Erde ebenfalls gewaltige Massen aus dieser Zeit zu Tage liegen, so giebt der Name bloß einen Anhaltspunkt dafür, daß grade nordamerikanische Geologen sich sehr eifrig mit der Klassifikation dieser ältesten bekannten Formation beschäftigt haben. In ähnlicher Weise hat die kambrische Formation ihren Namen nach dem Kambrischen Gebirge in Wales behalten, gleichsam als Dokument gewisser bahnbrechender englischer Forschungen, obwohl umgekehrt wieder Nordamerika mit seinen großen kambrischen Stufen sachlich dasselbe Recht zur Taufe sich hätte anmaßen dürfen. Die Silur-Formation ist von Murchison in einem nun allerdings ganz und gar nicht mehr dahin gehörigen Lokalpatriotismus nach dem keltischen Stamme der Silurer (voreinst auch in Wales ansässig) benannt, den in seiner geschichtlichen Rolle zur Zeit der alten römischen Invasion wohl die Mehrzahl der Geologen selbst kaum näher kennen wird. Devon-Formation leitet sich von der Landschaft Devonshire im Südwesten Englands her und schmeckt schon fast nach „lucus a non lucendo“, da dort die betreffenden Gesteine nur ganz mager vertreten sind, während sie im sogenannten Rheinischen Schiefergebirge ihre Vollentfaltung finden. Die karbonische oder zu deutsch: Steinkohlen-Formation mag immerhin, soweit der Begriff „Steinkohle“ ganz allgemein an einen höchst üppigen und eigenartigen Pflanzenwuchs erinnert, zur Sache gelten, doch würde der Laie sehr übel berichtet sein, der sich hier lediglich eine Schicht kompakter Steinkohlenmasse vorstellte. Zur Perm-Formation hat die russische Landschaft Perm am Ural Pate gestanden, — hier ist aber die Konfusion schon dahin gediehen, daß grade die dort liegenden Schichten zum Teil angezweifelt und vielleicht in Wahrheit der Trias-Formation zugehörig sind. Trias

Tabelle der wichtigsten Zeitabschnitte und Formationen der organischen Erdgeschichte.

Zeitabschnitte:	Formationen:
V. Anthropozoisches Zeitalter oder Quartär=Zeit.	14. Alluvium. 13. Diluvium.
IV. Cänozoisches Zeitalter oder Tertiär=Zeit.	12. Pliocän=Formation. 11. Miocän=Formation. 10. Eocän=Formation.
III. Mesozoisches Zeitalter oder Sekundär=Zeit.	9. Kreide=Formation. 8. Jura=Formation. 7. Trias=Formation.
II. Paläozoisches Zeitalter oder Primär=Zeit.	6. Perm=Formation. 5. Steinkohlen=Formation. 4. Devon=Formation. 3. Silur=Formation. 2. Kambrische Formation.
I. Archozoisches Zeitalter oder Primordial=Zeit.	1. Laurentische Formation.

ist bloß eine grobe Verdeutlichung des Umstandes, daß diese Formation sich für Deutschland in drei scharfe Gruppen sondert, den bunten Sandstein, Muschelkalk und Keuper. Jura knüpft an das Jura-Gebirge an, — dieser Name hat wenigstens wieder einen gewissen mnemotechnischen Wert. Der Ausdruck „Kreide-Formation“ führt den Laien irre. Dieser begreift ihn zwar vollkommen vor den weißen Felsen der Schreibkreide von Stubbenkammer auf Rügen. Aber er sträubt sich, wenn man ihm begreiflich machen soll, daß auch die gelben Quadern der Bastei im Elbsandsteingebirge vollberechtigte Kinder der Kreide-Formation seien. Die Worte Eocän, Miocän und Pliocän, die als Ganzes zu dem gangbaren Worte Tertiär zusammengefaßt werden (bis zum Perm reicht in dieser Teilung die Primär-, bis zur Kreide die Sekundär-Zeit, und wir heute leben im Quartär), sind nur mit wirklicher Anstrengung in diesem Zusammenhang noch zu enträtseln. Von Lyell erfunden, um den Prozentsatz der heute noch lebenden Molluskengattungen in den drei einzelnen Formationen zum Ausdruck zu bringen, setzen sie sich aus den griechischen Worten kainos (neu) und Eos (Morgenröte), meion (weniger) und pleion (mehr) zusammen, — wobei heute hinzuzufügen ist, daß Lyells Grundgedanke an sich problematisch war und die Dreiteilung in der Praxis bereits einer thatsächlichen Vierteilung mit eingeschobenem Oligocän (oligos, wenig) zu weichen beginnt. Diluvium (allgemeine Überschwemmung) als Formationsname erinnert an die Legendenzeit der Geologie, da sie noch eine mythische Sintflut in dieser Epoche der Erdgeschichte suchte; die einzig wahre Bezeichnung im Sinne moderner Kenntnis müßte an das gewaltige, hier auftretende Phänomen der Eiszeit anknüpfen. Alluvium bedeutet im hier brauchbaren Sinne so viel wie Ablagerung der noch bestehenden fließenden Wasser, wobei man aber alles sonst sich noch Ablagernde, wie Torf, Korallenkalk, Tiefseeschlamm u. s. w. einbegriffen denken muß. Die großen Gruppen: anthropozoisch (anthropos, Mensch, zoon, Lebewesen), känozoisch (kainos, neu), mesozoisch (mesos, mittel), paläozoisch (palaiós, alt) und archozoisch (arché, Anfang) spiegeln einfach vier Hauptepochen der organischen Entwickelung; da direkte Versteinerungen aus der ältesten Epoche vorläufig uns nicht gegeben sind, ist der letzte Ausdruck auf eine (allerdings äußerst fest gestützte) Spekulation begründet. Die zahlreichen Unterabteilungen der Hauptformationen, die bei der Unsicherheit des Sprachgebrauchs vielfach auch wieder als Formationen schlechthin bezeichnet werden, werden sich im Verlauf der folgenden Kapitel noch einzeln charakterisieren lassen, — vorläufig möge der Leser zum Verständnis des Folgenden die grundlegende Tabelle sich möglichst einprägen, die Hauptnamen werden ihm immer wieder begegnen.

Man kann sich einen Begriff davon machen, welche Schwierigkeit in der Erkenntnis auch nur dieser rohesten Reihenfolge der Formationen lag.

Tertiär. — 3000 Fuß.
Kreide.
Jura. — 15000 Fuß.
Trias.
Perm.
Steinkohle. — 42000 Fuß.
Devon.
Silur. 22000 Fuß.
Kambrische Formation. 18000 Fuß. — 70000 Fuß.
Laurentische Formation. 30000 Fuß.

Schema zur Veranschaulichung der durchschnittlichen **Dicke der Ablagerungen aus den einzelnen Epochen der Erdgeschichte.** Als Gesamtdicke sind 130000 Fuß angenommen, die Ziffern sind natürlich nur rohe Annäherungswerte.

wenn man die Gebirgsprofile auf den folgenden Seiten mit dem nebenstehenden Schema vergleicht. Dieses Schema hier vergegenwärtigt das, was die Tabelle in Worten gesagt hat, noch einmal plastisch, und zwar mit der wesentlichen Ergänzung, daß es eine annähernde Vorstellung giebt von der wirklichen Dicke der einzelnen Formationen auf der Erde. Wir erkennen sogleich, daß hinsichtlich der Mächtigkeit ihrer wirklich erhaltenen Reste Formation und Formation keineswegs dasselbe ist. Nehmen wir eine Durchschnittsdicke der gesamten Schichten, für die organisches Leben noch in Betracht kommt, also von der laurentischen Formation bis zum Alluvium (vorausgesetzt, daß die Formationen irgendwo sämtlich aufeinandergeschichtet vorkämen), von 130000 Fuß einmal an, so kämen davon allein 30000 auf die archozoische Zeit (laurentische Formation); mit Ende der Silur-Formation wären wir schon über die Hälfte weg (70000 Fuß), und für die ganze Sekundär-Zeit (Trias, Jura, Kreide) blieben nur 15000, für die Tertiär-Zeit gar nur noch 3000 Fuß übrig. Die Gesteine als Wasserniederschläge von im wesentlichen gleichartiger Bildung gefaßt, deutet das an sich auf die sehr wichtige Thatsache, daß die Zeiträume der Formationen sehr verschiedene sind, die Primär-Zeit beispielsweise ungeheuerlich viel länger dauerte als die sekundäre u. s. w., ein Anhaltspunkt, der uns unten noch beschäftigen wird. In diesem Zusammenhang soll das Schema uns auf etwas anderes hinweisen. Wie es da gegeben ist, zeigt es nämlich ein Ideal, keinen wirklich irgendwo beobachteten und gemessenen

Querschnitt durch die Erddecke. Gäbe es irgend eine Stelle, wo, etwa im tiefen Bergwerk, von Stufe zu Stufe in der dargestellten Weise alle Formationen im Anschnitt studiert werden könnten, wie die verschiedenen Schichten einer Torte, so wäre die absolute Sicherstellung ihrer geschichtlichen Reihenfolge ein Kinderspiel. Denn ein Kind sieht schließlich ein, daß, wenn seit ungezählten Jahrmillionen das Wasser am gleichen Fleck in ungestörter Ruhe Schlamm niedergeschlagen hat, der nach und nach zu Stein erhärtet ist, die untersten Schichten dieses so gewordenen Gesteins die ältesten, die oberen immer jünger und jünger sein müssen. Genau wie beim durchschnittenen Baumstamm zeigte Schicht über Schicht uns einfach die Jahresringe der Erde, — Millionenringe sagte man bloß besser bei der Riesigkeit der Verhältnisse, um die es sich handelt. Aber so bequem hat es die Natur dem Geologen nicht gemacht. Es giebt thatsächlich keinen Ort der Erde (wenigstens keinen uns bekannten), wo seit urgrauester Zeit fortdauernde Wasserniederschläge stattgefunden hätten und also die Formationen von der laurentischen bis zum Alluvium gleich Zwiebelschalen alle übereinander lägen. Die unablässigen Bewegungen in der Erdrinde, deren Ursachen im letzten Kapitel des ersten Bandes eingehend dargelegt sind, haben allenthalben zu einem vielfachen Wechsel in der Wasserbedeckung und Wasserentblößung geführt. Hier ist alter Meeresboden mit reichen Sedimentschichten aus alter Zeit in der nächsten Formation über Wasser geraten und lange oder bis heute trockenes Land ohne neuen Schichtenabsatz geblieben: natürlich fehlen alle späteren Meeressedimente und die regelrechte Reihe hört eventuell schon bei Jura oder Kreide oder noch früher ganz auf. An andern Orten hat die Verwitterung obgewaltet und tiefere Schichten wieder an die Oberfläche gebracht. Am ärgsten aber hat jene in unserm ersten Bande so weitläufig geschilderte Falten- und Spaltenbildung das ganze Bild der „Schichten" verdreht. An und für sich ist ja kein Zweifel, daß so gut wie alle Sedimente ursprünglich horizontale Flächen bildeten. Rollsteine, die sich zur Zeit, als der heutige Stein noch weicher Schlamm war, darin ablagerten, zeigen deutlich eine Orientierung nach der Schwere, wie sie Körper auf völlig flachem Boden einnehmen müssen. Zahlreiche Muscheln stecken noch in ihrem versteinerten Zustande senkrecht in der Schicht, genau so wie es heute ihre lebenden Enkel thun, die auf flachem Boden, den Kopf nach unten, das Hinterteil mit der Atemröhre nach oben, rechtwinklig zur Schichtfläche im Schlamm zu sitzen pflegen. Ein solcher horizontaler Meeresboden, über das Wasser erhoben, würde stets nur eine große Ebene oder ein großes Plateau darstellen. Was in zahllosen Fällen aber wirklich aus der anfänglichen Horizontallage nachträglich geworden ist, ersieht der Leser aus den Gebirgsprofilen dieser Seiten. Jene Vorgänge der Gebirgsbildung, die erst in neuester Zeit einigermaßen klar geworden sind und sich als ein gewaltiger, wahrscheinlich

in der Zusammenziehung des erkaltenden Erdkörpers begründeter Faltungsprozeß erwiesen haben, haben eine Verwerfung, eine Störung zahlreicher horizontaler Gliederungen hervorgebracht, die zu den bizarrsten Lagerungsverhältnissen führen mußte. Die Schichten sind gebogen, geknickt, bis zur Vertikale aufgerichtet, kurz in jede denkbare Lage gebracht worden, worauf dann die Erosion durch Fortnagen der oberen Teile noch die Ungeheuerlichkeiten redlich verstärkt hat. Die Unterschriften der abgebildeten Gebirgsprofile mögen das an den uns naheliegendsten Beispielen erläutern, — jedes dieser Gebirge ist ein wahres Prachtmuster. Übrigens erschöpfen sie noch nicht die ganze Skala des Möglichen. In Nord-Amerika beispielsweise, am East River in Colorado, ist die Störung der Schichten bis zum regelrechten „Überkippen“ gelangt: die Silur-Formation (vergl. die Tabelle S. 178) liegt zu oberst, darunter die Kohle, dann Trias und noch tiefer Jura und Kreide. Es ist also hier die reine verkehrte

Querschnitt durch das Riesengebirge.

Dieses Gebirgsprofil, dessen Detail (wie bei allen folgenden) natürlich nur als ganz grobes Schema zur ungefähren Veranschaulichung **gelten kann, zeigt** sehr deutlich die nachträgliche Aufrichtung ursprünglich horizontaler Sedimentschichten, wie sie im Text besprochen **ist. In der Mitte** gewahrt man einen Centralkern von Granit, also einem rein plutonischen, einstmals heißflüssigen Gestein: *1*. **Jederseits folgen** als bereits steil aufgerichtete Schichten Massen sogenannten krystallinischen Schiefers, über dessen wahre **Natur (ob auch noch** plutonisches Produkt oder schon ein irgendwie umgewandeltes uraltes Meeressediment) S. 189 ff. des näheren **berichtet ist: *1bd*.** Dann schließen sich die unbezweifelbaren Sedimente (Wasserniederschläge) in korrekter Reihenfolge bis zur Kreide**zeit an: Grauwacke** (das Wort „Grauwacke“ ist ein Sammelname für die Ablagerungen der kambrischen, silurischen und devonischen **Formation, der heute** außer Gebrauch kommt): *2ab*. Steinkohle: *2c*. Rotliegendes (Perm-Formation): *3a*. Zechstein (Perm-**Formation): *3b*.** Trias: *4c*. Jura: *5*. Quadersandstein (Kreide-Formation): *6*. Wie man sieht, fehlen rechts die Ablagerungen **aus Perm, Trias** und Jura, die Kreidesedimente liegen hier unmittelbar auf denen der Steinkohlenzeit. (Nach Friedrich Rolle.)

Welt in Scene getreten, etwa so wie wenn in einem Torfmoor ganz unten moderne Eisenbahnschienen, höher hinauf mittelalterliche Panzerstücke und ganz oben römische Kaisermünzen und endlich prähistorische Pfahlbauten-Reste lägen.

Querschnitt durch das Erzgebirge.
Man muß sich vorstellen, daß die alten, einst horizontalen Schichten krystallinischen Schiefers (*1a, 1b, 1c, 1d*) später durch eine gewaltige einseitige Schiebung (vergl. das Schlußkapitel von Bd. I) an der Stelle, wo die Granit- und Porphyrmassen (*ABC*) sich zeigen, gewaltsam durchbrochen worden sind. Die rechts gelegenen Teile sind tief abgesunken, mit der Bruchstelle ungefähr grade da, wo die heutige politische Grenze von Böhmen (rechts) und Sachsen (links) läuft. Links liegen auf der alten Schieferhälfte, zum Teil abgeschrägt, die Hinterlassenschaften der Grauwackezeit (*2ab*), der Steinkohlenzeit (*2c*), des Rotliegenden (Permzeit [*3a*]), endlich obenauf und relativ horizontal (also später, nachdem die größte Faltenaufrichtung in der Hauptsache vollendet war, abgelagert) die Sedimente der Kreidezeit, die man als Quadersandstein bezeichnet und die heute, vom Wasser zernagt, die malerischen Schönheiten der Sächsischen Schweiz erzeugen (*6*). Sehr viel später, in der Tertiärzeit, haben sich dann noch auf der böhmischen Seite (bei *7*) Braunkohlenlager als Produkte des damaligen Pflanzenlebens gebildet, die vielfach (bei *E*), entsprechend der Ansicht, daß vulkanische Massen grade in Senkungsspalten emporsteigen, von aufwogenden Lavamassen (Basalt) durchbrochen worden sind. Heute noch verraten die so zahlreich aus diesem böhmischen Senkungsfeld aufsprudelnden heißen Quellen (Teplitz, Karlsbad) das Andauern vulkanischer Prozesse in der Tiefe. (Das Bild nach Friedrich Rolle.)

Der Prozeß der Gebirgsbildung hat aber, wie früher gezeigt ist, nicht bloß Falten, Abstürze und Bruchspalten geschaffen, sondern auch mit diesen Lagerungsveränderungen und besonders mit den Druckentlastungen an den Spalten die Möglichkeit des Emporquellens glühendflüssiger Massen aus der Tiefe gegeben. So sind mehr oder minder unserer heutigen Lava ähnliche Gesteine gewaltsam wie Keile zwischen die ohnehin schon genügend verdrehten Sedimentschichten hineingezwängt worden, ja gelegentlich oben darüber weggeflossen. Später dazwischen erkaltet, sind sie als seltsame

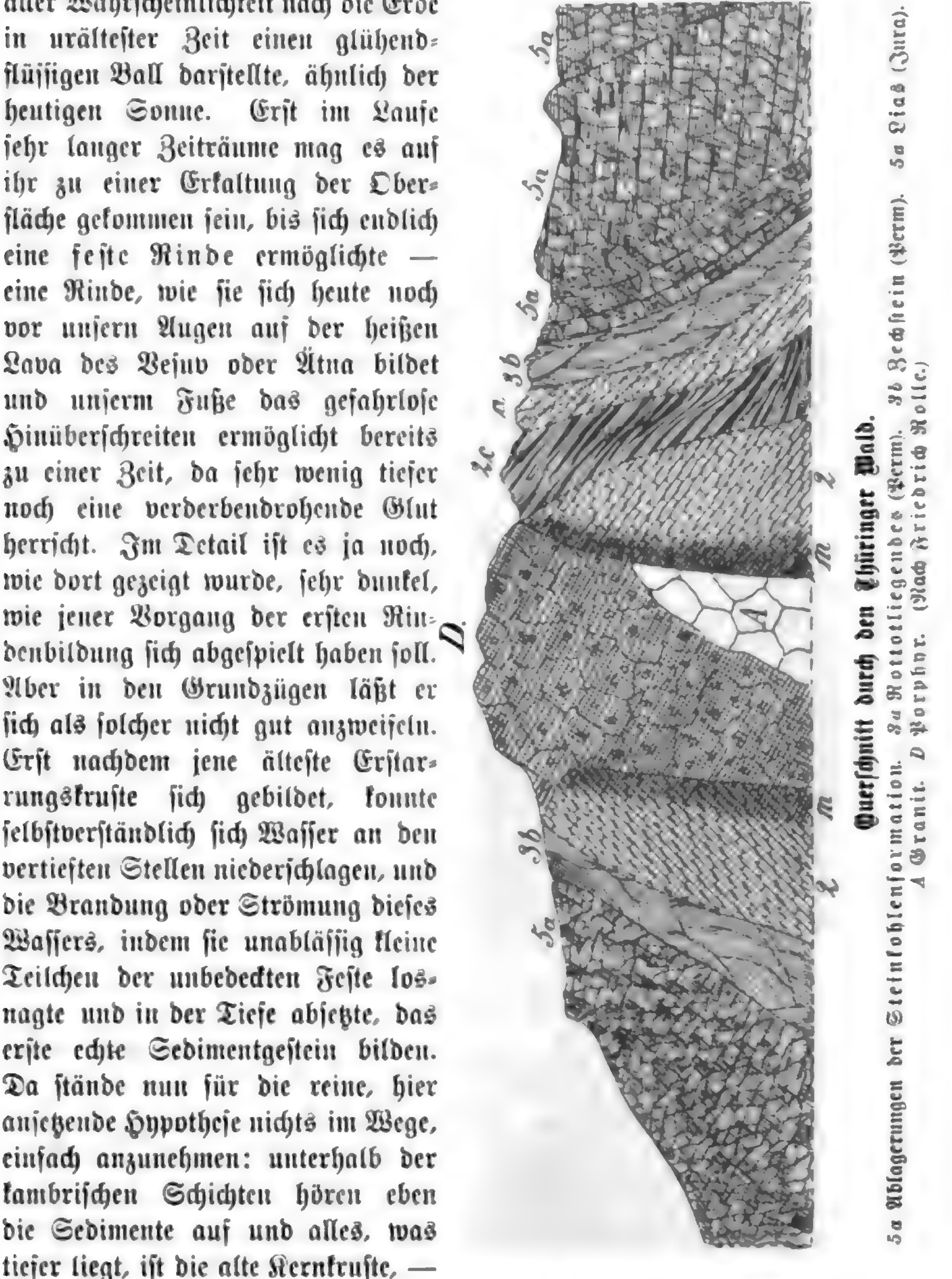
Mischlinge gleichsam in ihren Verband aufgenommen worden, ohne daß sie direkt das Mindeste mit ihnen zu thun hätten. Daß dieses Einbrechen feuriger Massen (ganz abgesehen von den mechanischen Zerreißungen) nicht ohne nachhaltige chemische Veränderung auf die umliegenden Sedimente vor sich gehen konnte, liegt auf der Hand, — ebenso wie auch das in Spalten cirkulierende Wasser wieder in seiner Weise seltsame Einschlüsse schuf, die das ursprüngliche Bild verwirrten.

Unter all diesen erschwerenden Umständen war es also gewiß eine gewaltige Leistung, nur erst einmal die Reihenfolge der Formationen ganz ungefähr zu finden. Ein glücklicher Anhaltspunkt bot sich dafür in den Versteinerungen, die, bei wenigstens relativer Gleichartigkeit innerhalb der großen Epochen, die Zusammengehörigkeit weit entlegener Trümmer einer Sedimentdecke aus bestimmter Zeit erkennen ließen. Aber grade hier mußte sich auch mit besonderem Nachdruck etwas fühlbar machen, was für die Geschichte der Formationen entschieden ebenso merkwürdig ist, wie für die des organischen Lebens überhaupt. Unter den späteren Sedimentschichten sind keineswegs alle reich an Versteinerungen. Es giebt auffällig leere Gebiete ausgedehnter Art, und ihre Erklärung hat zahlreiche Hypothesen nötig gemacht. Aber diese kleinen Ausnahmen sind nichts gegen das schlechthin Überraschende, daß jenseits einer bestimmten Grenze nach unten — an der Wende der kambrischen Formation — die organischen Reste überhaupt aufhören.

Querschnitt durch das Harzgebirge.

Ähnlich wie das Riesengebirge (S. 180) zeigt auch der Harz eine centrale Masse von Granit (*A*), die z. B. im Brocken vorragt. Die Sedimentschichten fallen jederseits schräg ab in der Reihenfolge Grauwacke (Silur-Formation): *2* (bei *C* bricht ein Grünsteingang durch, also plutonisches Gestein), Rottotliegendes (Perm-Formation): *3a*, Zechstein (Perm-Formation): *3b*, Gips: *4g*, Buntsandstein (Trias): *4a*, Muschelkalk (Trias): *4b*, Keuper (Trias): *4c*, Jura: *5*, Quadersandstein (Kreide): *6*, Tertiär: *7*. Bei *D* lagert sich noch eine Porphyrmasse, also abermals plutonische Masse, dazwischen. (Nach Friedrich Rolle.)

Unter einem ganz bestimmten Gesichtspunkte würde in diesem Aufhören nichts Überraschendes liegen. Der Leser erinnert sich aus dem letzten Buche unseres ersten Bandes, wie aller Wahrscheinlichkeit nach die Erde in urältester Zeit einen glühendflüssigen Ball darstellte, ähnlich der heutigen Sonne. Erst im Laufe sehr langer Zeiträume mag es auf ihr zu einer Erkaltung der Oberfläche gekommen sein, bis sich endlich eine feste Rinde ermöglichte — eine Rinde, wie sie sich heute noch vor unsern Augen auf der heißen Lava des Vesuv oder Ätna bildet und unserm Fuße das gefahrlose Hinüberschreiten ermöglicht bereits zu einer Zeit, da sehr wenig tiefer noch eine verderbendrohende Glut herrscht. Im Detail ist es ja noch, wie dort gezeigt wurde, sehr dunkel, wie jener Vorgang der ersten Rindenbildung sich abgespielt haben soll. Aber in den Grundzügen läßt er sich als solcher nicht gut anzweifeln. Erst nachdem jene älteste Erstarrungskruste sich gebildet, konnte selbstverständlich sich Wasser an den vertiefsten Stellen niederschlagen, und die Brandung oder Strömung dieses Wassers, indem sie unablässig kleine Teilchen der unbedeckten Feste losnagte und in der Tiefe absetzte, das erste echte Sedimentgestein bilden. Da stände nun für die reine, hier ansetzende Hypothese nichts im Wege, einfach anzunehmen: unterhalb der kambrischen Schichten hören eben die Sedimente auf und alles, was tiefer liegt, ist die alte Kernkruste, — aus Feuerfluß erstarrtes Gestein, das seiner Natur nach so wenig Lebensreste umschließen kann wie unsere heutige Vulkanlava, die wohl, dem Krater entfließend, den Pflanzenwuchs wegfrißt wie Spreu, aber nichts „ver-



Querschnitt durch den Thüringer Wald.
2 Ablagerungen der Steinkohlenformation. 3a Rotliegendes (Perm). 3b Zechstein (Perm). 5a Lias (Jura). A Granit. D Porphyr. (Nach Friedrich Rolle.)

steinert“. Dieselbe Macht der Verwerfung und Verwitterung, die schon die späteren Sedimente so toll aufgebäumt, übereinander getürmt oder bloßgenagt hat, möchte, so könnte man sich denken, an vielen Stellen auch diese allerunterste plutonische Rindenschicht nachträglich heraufgepreßt, freigelegt und vor unser erstauntes Auge gestellt haben, — wie ja in der That vorkambrische Massen an vielen Orten der Erde die gewaltigsten und auffälligsten Gebilde gradezu der sichtbaren Erdoberfläche bilden.

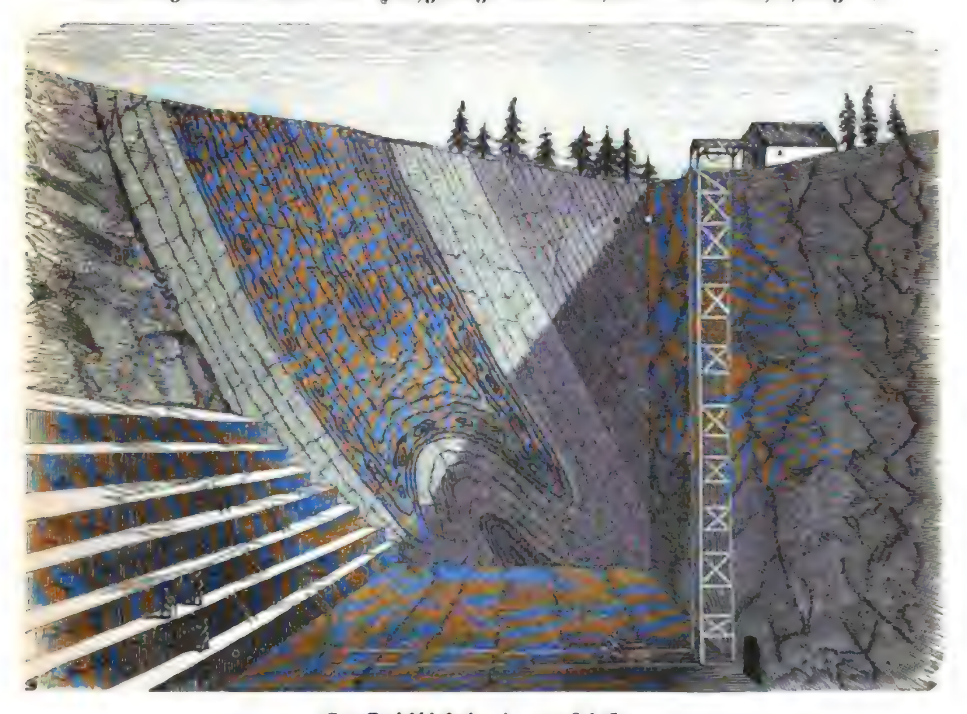
Querschnitt durch den Schwarzwald.

A Granit. *1a* Gneis (krystallinische Schiefer). *3a* Rottotliegendes (Perm). *4a* Buntsandstein (Trias). *4b* Muschelkalk (Trias). *4c* Keuper (Trias). *5* Jura (*a* Lias, *b* Dogger, *c* Malm). *6* Kreide. *7* Tertiärzeit. *8* Diluvium (Löß). (Nach Friedrich Rolle.)

Der Geologe ist aber hier — und der darwinistisch gesinnte Paläontologe wird sagen, glücklicherweise — genötigt, sein Veto einzulegen. Jene allerdings versteinerungslosen Schichten, die bei normaler Lagerung allenthalben *unter* den durch Versteinerungen deutlich als solche gekennzeichneten kambrischen Sedimenten liegen, gehören zunächst einer ganz absonderlichen Formation an, deren Natur angethan scheint, uns die härtesten Nüsse zu knacken zu geben.

Die moderne Mineralogie oder Gesteinslehre unterscheidet, wie ja heute bereits auf jeder besseren Schule gelehrt wird, in erster Linie zwei fundamentale Gesteinsarten auf der Erdoberfläche: *Sedimentgesteine* und *Massengesteine*. Sedimentgesteine stellen, wie der Name sagt (Sediment = Absatz oder Niederschlag), ein Produkt des Wassers dar. Ihr charakteristischstes Merkmal ist äußerlich die Schichtung. „Wer immer,“ sagt Neumayr, „mit einiger Aufmerksamkeit Gesteine in der Natur beobachtet hat, dem ist schon da und dort aufgefallen, daß Kalke, Sandsteine, Schiefer &c. so angeordnet waren, daß sie ihrer ganzen Masse nach durch parallel

laufende Klüfte in weithin sich ausdehnende Bänke oder Schichten geteilt waren. In vielen Fällen ist die Erscheinung eine außerordentlich deutliche, in anderen dagegen tritt sie zurück und ist namentlich, wenn viel Vegetation vorhanden ist, für den Ungeübten nicht gleich auf den ersten Blick zu bemerken; an Felsmassen, welche die Schichtung kaum erkennen lassen, verrät sie sich oft dem Beobachter durch das Auftreten paralleler Streifen von Vegetation oder im Hochgebirge von Schnee. Die Schichtung ist

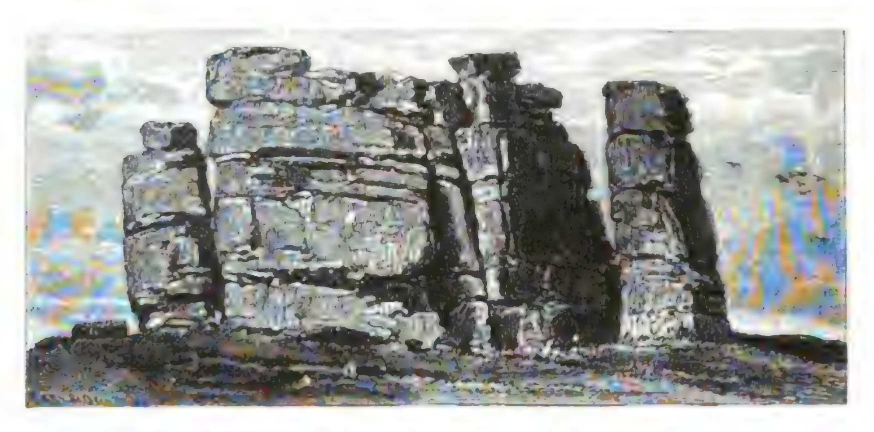


Der Dachschieferbruch von Lehesten,
in dem die Teilung, Aufrichtung und Faltung der Schichten zum deutlichen Ausdruck kommt.

charakteristisch für alle aus dem Wasser abgesetzten Gesteine; sie bezeichnet uns die aufeinander folgenden Lagen von Material, die sich niedergeschlagen haben. Denken wir uns z. B. einen See, in welchen ein Fluß oder Bach mündet, so wird dieser zerriebene Teile der Gesteine, durch welche er fließt, mit sich bringen und dieselben in dem See zu Boden sinken lassen, wo das Wasser nicht bewegt ist und daher die suspendierten Teile nicht mehr schwebend erhalten kann. Der Fluß wird im Sommer bei trockenem Wetter etwa nur feinen Schlamm führen und diesen am Grunde des Wassers niederfallen lassen; tritt aber nach starken Regengüssen eine Schwellung ein, so wird das kräftiger strömende Wasser auch Sand mit-

zureißen im stande sein. Wir werden dann über jener ersten thonigen Schicht eine zweite von thonigem Sande finden, über welcher, wenn der Fluß wieder infolge schöner Witterung auf niedrigen Stand zurückgegangen ist, eine zweite Thonschicht folgt. Im Frühling, zur Zeit der Schneeschmelze, werden größere Sandmassen und wohl auch Gerölle beigeführt, und so sehen wir ein System von Schichten aus wechselndem Material entstehen. Ähnliche Bildungen gehen überall unter Wasser vor sich, wo dieses nicht so starke Strömung oder sonstige Bewegung besitzt, daß keine festen Teile aus ihm niedersinken können."

So verschleiert gelegentlich die Schichtung sein mag: im ganzen ist doch über die Herkunft der echten Sedimentgesteine ein Zweifel weiter nicht möglich.



Granit-Landschaft: Der Mittagsstein im Riesengebirge.
(Vergl. das Profil des Riesengebirges S. 180.)

Ähnlich steht es auf der anderen Seite mit den Massengesteinen, die wir uns als aus feuerflüssigem Zustande erstarrt zu denken haben. Der Leser, der das letzte Buch unseres ersten Bandes aufmerksam durchmustert hat, sieht den Weg, wie solche Gesteine zu stande kamen, deutlich genug vor sich. Seit alters sind an den Entlastungsspalten geschmolzene Massen einer mehr oder minder großen Tiefe emporgequollen und regellos erstarrt: so lehrt es noch heute die Lava unserer Vulkane. Nur insofern muß das dort gebotene Bild etwas ergänzt werden, sobald wir dem Geologen bis in sehr entlegene Zeiten zurückfolgen, als die Vorstellung noch einzufügen ist, daß solches Emporquellen und Erstarren glutflüssiger Massen keineswegs immer bis zur wirklichen Oberfläche erfolgt ist, vielmehr sich in ziemlichen Tiefen abspielen konnte. Wurde dann nachträglich bei dem Faltungsprozeß der Erdrinde und durch Erosionserscheinungen das aufliegende



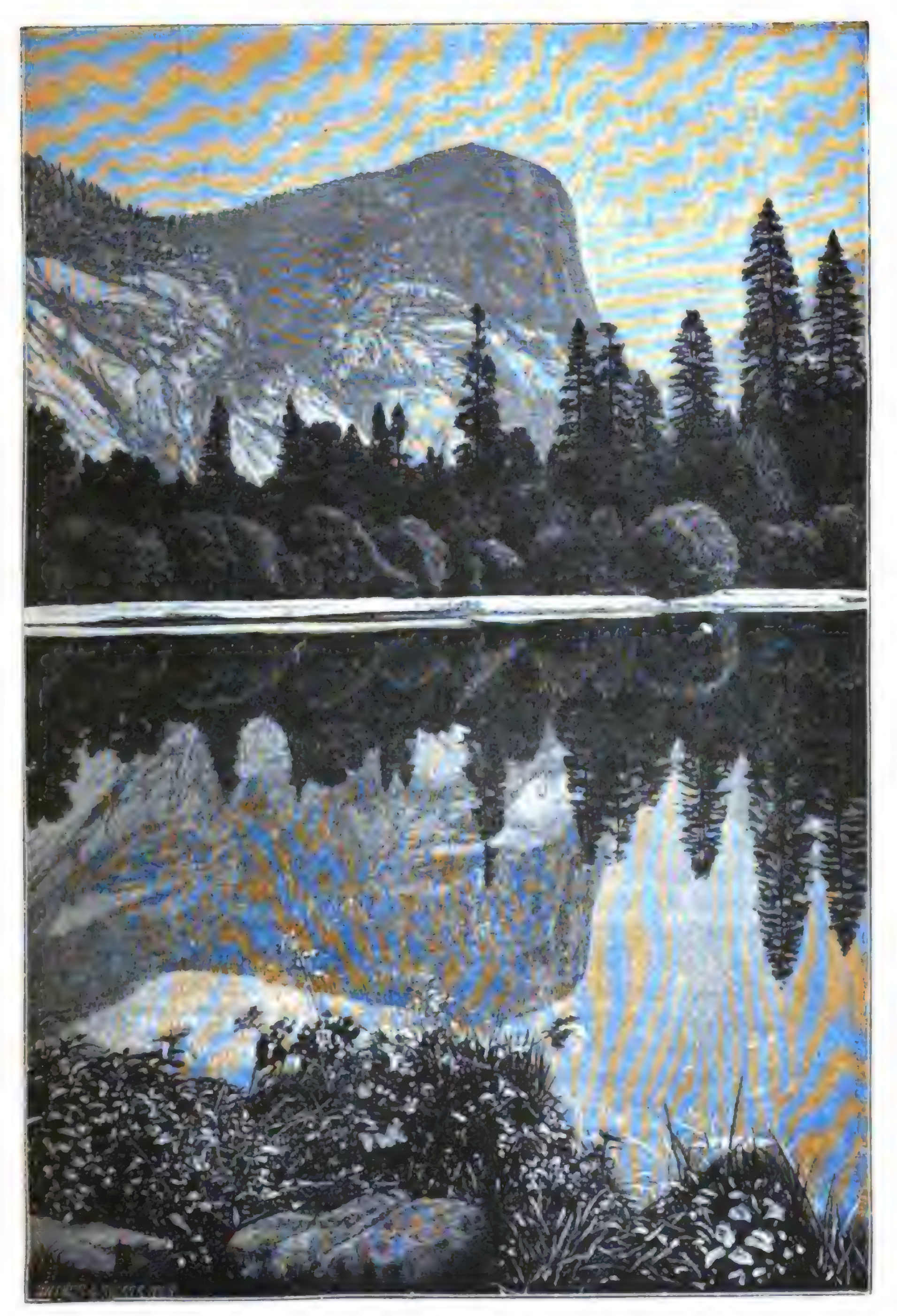
Granit-Landschaft: Der große Fischsee in der hohen Tatra. (Nach einer Photographie von Divald Károly, Eperjes 1891.)

Der See liegt auf der polnischen Seite des Gebirges, 1420 m über dem Meer. Das etwa 850 m lange schwarzgrüne Wasserbecken ist rings von riesigen, bizarr geformten Granitzacken umgeben. Das Tatra-Gebirge enthält eine ganze Anzahl ähnlicher, „Meeraugen" genannter Seen, die fast alle in den Firnbecken vormaliger Gletscher liegen, also Überbleibsel der sogenannten Eiszeit sind.

Sedimentgestein abgebogen oder fortgenagt, so konnte der alte Pfropf erst spät noch in längst erkaltetem und durch den Druck verändertem Zustande zu Tage kommen, um nun allerdings wie ein Fremdling zwischen den andern zu stehen. Der Charakter des echt plutonischen, im Prinzip lava-ähnlichen Gesteins verlor sich aber auch hier nicht. Es ist insbesondere eines unserer bekanntesten Gesteine, das grade hier von kompetenten Forschern herangezogen wird: der Granit.

In der Tiefe anstatt an der Oberfläche wie unsere Laven erstarrt, mußte er ein mineralogisch anderes Gefüge erhalten. Erst nachdem Jahrmillionen vergangen waren, legte die Erosion in Verbindung mit der Faltenbildung (vergleiche die Gebirgsprofile) eine Masse alter Granitstöcke bloß, die wir heute in gigantisch schönen Gebirgslandschaften, wie z. B. der hohen Tatra, bewundern. Aller Wahrscheinlichkeit nach besteht aber heute noch immer die Granitbildung überall da fort, wo in der Tiefe aufquellende Massen nicht zur Oberfläche gelangen können und unter mächtigem Druck und langsamer Verfestigung zu granitisch körnigem Gefüge erstarren müssen. Sollten unsere Enkel weitere Jahrmillionen die bewegliche, stets weiter sich faltende und von der Erosion erschlossene Erdrinde bewohnen, so werden sie vielleicht allmählich die granitischen Massen, die sich heute tief und ungesehen unter unsern Füßen bilden, zwischen den abgeschrägten und verwaschenen Sedimenten auftauchen sehen. Allerdings paßt diese Erklärung nicht auf alle Erscheinungsformen des Granits, und grade da, wo sie nicht oder doch nur gewaltsam paßt, bietet sich die Anschlußstelle für das Interessanteste, was die Mineralogie für unsere Rindenfrage noch beizusteuern hat. Direkt ist, wie man leicht sieht, weder in den Sedimentgesteinen noch in den plutonischen, soweit man letztere rein als aufquellende Masse in einer Entlastungsspalte faßt, etwas ausgesagt über jene Urrinde. Immerhin wird man sie als Erstarrungsprodukt einer glühendflüssigen Oberfläche in ihrer Struktur näher bei den plutonischen Gesteinen suchen als bei den Sedimenten. Nun belehrt uns aber der Mineraloge, daß es noch eine dritte Klasse von Gesteinen auf der Erde giebt, die mit einiger Berechtigung weder den sedimentären noch den plutonischen direkt zuerteilt werden können. Und grade hierher zählen die bewußten Schichten, die (immer die regelrechte Lage ohne Verwerfungen nach dem Schema S. 178 vorausgesetzt) unter den ältesten Versteinerungsschichten, den kambrischen, liegen. Der gangbare Fachausdruck bezeichnet sie als die krystallinischen Schiefer.

Der Ausdruck sagt schon das Ganze. Er drückt eigentlich aus, daß es sich um Gesteine handelt, die „Schiefer“, d. i. geschichtetes, also wohl der Definition nach sedimentäres Gestein sind, — daß aber dieses Gestein ein krystallinisches Gefüge hat, was im Sinne des Mineralogen immer auf einen Wärmeprozeß, also, grob genommen, plutonischen Ursprung hinwiese.



Granit-Landschaft:
Der Spiegel-See im Yosemitethal in Californien.

Was ist das nun für ein amphibisches Gestein, das nicht Vogel noch Fisch ist? Die Antwort ist leider beim heutigen Stande der Wissenschaft keine sehr befriedigende, die Frage nach dem Wesen der krystallinischen Schiefer ist vielmehr seit langen Jahren ein Schmerzenskind unserer ganzen Naturwissenschaft. Der Leser, der sich zunächst das Wort etwas verdeutlichen will, mag an seine Stelle beliebig (da es ja hier nicht auf Detail ankommt) die ihm vielleicht geläufigeren Spezialbezeichnungen Gneis und Glimmerschiefer setzen. Den Streit der Meinungen über die wahre Herkunft kann ich hier nur streifen. Wenn Gesteine in so auffälliger Weise zwei Extreme miteinander verknüpfen, so ist es verständlich, daß in den Erklärungshypothesen bald von dem einen und bald von dem andern Extrem mit mehr oder minder viel Kühnheit ausgegangen wird. Nach der einen Ansicht sollen die krystallinischen Schiefer ursprünglich echte Sedimente sein, die aber gleichzeitig oder später in einer eigentümlichen Weise durch Druck oder chemische Einflüsse verändert (krystallisiert) worden sind. Diese Hypothese rückt sie also sogleich gänzlich aus dem Bereich der Diskussion über die erste Erstarrungsrinde: diese müßte noch unter ihnen liegen, — wobei aber die Beobachtung aufhört, da an den tiefsten uns zugänglichen Stellen bereits der krystallinische Schiefer nach unten sich ins Ungemessene verliert. Nach der andern Ansicht sind diese Schiefermassen ganz oder wenigstens größtenteils plutonisches Gestein, das sich bloß einfach geschichtet habe in der Weise, wie Schichtung auch bei echt vulkanischen Produkten (z. B. Phonolith) wenigstens vereinzelt vorkommt. Die letztere Annahme drängt dann gradezu auf den Punkt hin, daß man vor allem die unterste Schicht, den alten Gneis, direkt für die urälteste Erstarrungskruste selbst erkläre. Schwierigkeiten liegen in jeder der beiden Annahmen. Die erste, die alles für das Wasser in Anspruch nimmt, stößt wider zwei Ecken. Einmal erklärt sie die Übergänge des Gneis in den meist eng damit verschwisterten, unzweifelhaft plutonischen Granit nicht. Dann ist es eine bisher fast verzweifelte Aufgabe, die Art festzustellen, wie die nachträgliche Metamorphose des echten Sedimentgesteins in eine krystallinische Gesteinsform stattgefunden haben soll. Die einen wollten hier ganz besondere, später nie wieder gegebene Temperatur-, Wasser- und Luftverhältnisse der Urzeit in die Debatte bringen. Aber abgesehen davon, daß dann wieder der unglückliche Weg betreten ist, Hypothese mit Hypothese beweisen zu wollen, ist mit Recht darauf hingewiesen worden, daß es außer den uralten krystallinischen Schiefern gewisse jüngere gebe, die innerhalb der offenkundig organisch bevölkerten und im Prinzip von unsern Tagen nicht mehr sehr stark verschiedenen späteren Erdepochen trotzdem sich gebildet haben müssen, so daß auch für jene ältesten keine so total andersartige Welt erfabelt werden dürfe. Andere meinten, die Metamorphose sei erst, als die alten Schichten längst von Bergeslasten späterer überdeckt und bedrückt waren, eben infolge

des Druckes von oben entstanden. Aber das setzt eine gleichmäßige Bedeckung durch meilenstarke Massen voraus, die — da sie jetzt keineswegs mehr existiert — denn doch der Erosion eine Macht zuschriebe, die ins Märchenhafte führt. Am plausibelsten ist, sobald man beim Druck als der Veränderungsursache bleiben will, hier jedenfalls noch der Versuch eines Anschlusses an die Faltentheorie im Sinne von Sueß (vergl. Bd. I), wobei nicht der Massendruck von oben, sondern der allgemeine, seitliche oder sonstige Druck bei Gelegenheit der Gebirgsbildung die krystallinische Metamorphose veranlaßt habe. Aber selbst diese Annahme arbeitet vorläufig mit mancherlei willkürlichen Faktoren.

Auf der anderen Seite ist die „plutonische“ Hypothese von der Ecke aus verhältnismäßig leicht angreifbar, daß in sehr alten krystallinischen Schiefern, ganz abgesehen von der Schichtung an sich, gradenwegs runde Gerölle vorkommen, die notwendig auf Einwirkung von Wasser deuten, und daß — diese Thatsache wird uns gleich noch näher beschäftigen — Lager kohlensauren Kalkes sich mitten zwischen Gneis und Glimmerschiefer finden, die in einer einstmals glutflüssigen Silikatmasse sich unmöglich hätten rein erhalten können. Dennoch fehlt es zur Stunde keineswegs an tüchtigen Urteilern, die immer noch wenigstens für den Fundamentalgneis, der mit uraltem Granit eng verwachsen ist, die Rolle der echten Urrinde in Anspruch nehmen, wobei vermittelnd zugegeben wird, daß der jüngere Gneis, der Glimmerschiefer und Glimmerthonschiefer bereits halbechte und echte Sedimente, allerdings solche eines kochenden Meeres, seien, die sich zuerst auf dieser Rinde abgelagert.

Der Leser wird einmal wieder gesehen haben: die Frage ist offen. Nur das ist wohl sicher — und damit können wir den Faden von oben wieder aufnehmen —: die einfache Behauptung, daß man jenseits der kambrischen Formation unmittelbar auf die älteste Erstarrungskruste gerate, läßt sich angesichts dieses Chaos von Möglichkeiten nicht halten. Es bleibt bis zu einem ziemlichen Grade wahrscheinlich, daß in den krystallinischen Schiefern — sei es nun den ganzen oder nur ihrem oberen Teil — uns in der That noch riesige vorkambrische Sedimente gegeben sind. Man trägt dieser Anschauung Rechnung, wenn man von einer laurentischen Formation spricht, die der kambrischen voraufgeht. Aber was, so darf der Leser, der die oben angegebene Formationstabelle sich eingeprägt hat, füglich fragen, giebt uns ein Recht, diese laurentische Periode als die archozoische zu bezeichnen, — die, welche das Leben in seinen Anfängen umschließt?

Die alten, krystallinischen Schiefer sind thatsächlich, soweit unsere Kenntnis zur Stunde reicht, absolut versteinerungslos!

Trotzdem würde es ein unverantwortlicher Fehlgriff sein, wenn man diese Thatsache zu der Behauptung verallgemeinern wollte, daß vor der

kambrischen Zeit keine Organismen (ich rede jetzt bloß von echten Protoplasmawesen, ohne Rücksicht auf die früher berührten Spekulationen Preyers) auf der Erde existiert hätten. Es giebt zwei Beweise dagegen, deren Bedeutung, wenn sie auch nicht absolut sicher sind, im allgemeinen doch mit keinen Mitteln abgeleugnet werden kann.

Zunächst ist jener Satz vom gänzlichen Fehlen der Versteinerungen unterhalb der kambrischen Schichten nur insofern richtig, als man unter einer „Versteinerung" einen Tier- oder Pflanzenrest versteht, der die individuelle Form des Wesens noch mehr oder minder deutlich erkennen läßt. Solche Reste — also wirkliche, versteinerte Muschelschalen oder Skelettabdrücke oder noch als solche deutlich bestimmbare Pflanzenteile — können aber vollkommen fehlen, und das einstmalige Leben kann sich trotzdem in sehr deutlichen Spuren bemerkbar machen. Wir kennen das in ausreichendem Maße aus allen späteren reich bewohnten Formationen. Schon die Steinkohle ist ein pflanzliches Erbe, das äußerlich nur sehr selten, für gewöhnlich aber nur noch bei feinster, mikroskopischer Analyse seine Pflanzenform verrät. Enorme Bergmassen der Erde, in Gesteinsmächtigkeit von mehreren tausend Metern z. B. allein in den Alpen, bestehen aus den Resten kalkiger Tiergehäuse, ohne daß vielfach die Einzelstruktur noch erkennbar wäre, und nur die Beobachtung des noch heute am Meeresufer stattfindenden Prozesses, wie Muscheln und kleinere Schalen langsam zu formlosen Kalkkörnern zermahlen werden, mag uns den Weg zeigen, wie auch dort schön gegliederte organische Masse endlich zum einheitlichen Stein zusammengewachsen ist. Vollends jede Ähnlichkeit mit „Organischem" ist geschwunden in Substanzen wie unserm Petroleum, und doch ist dieses kostbare Erbteil genau wie die Steinkohle ein Verwesungsprodukt von Organismen (Meertieren) weit entlegener Epochen.

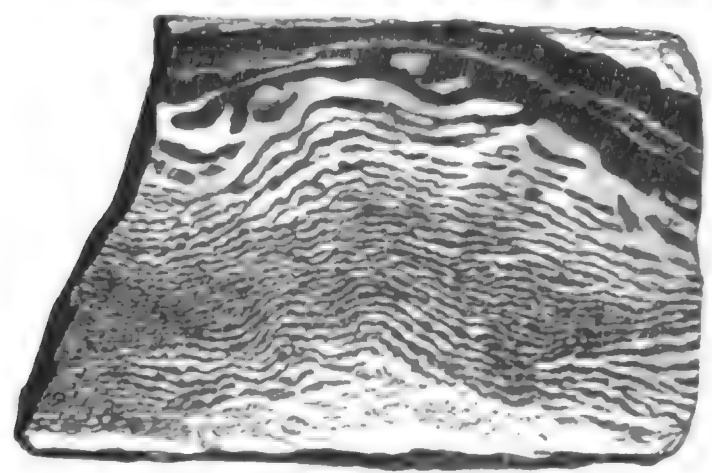
Reste dieser Art fehlen nun keineswegs in den alten krystallinischen Schiefern. Es gehört zu unsern frühen Schulerinnerungen, wie die Flotte des Mardonius 492 v. Chr. im ersten Perserkrieg beim Vorgebirge Athos (an der Halbinsel Chalkidike) scheiterte. Dieser Berg Athos, ein isolierter Koloß von 1600 m, der weithin über den vulkanisch unterwühlten griechischen Archipel ragt, stellt nichts anderes dar als eine einzige, solide Masse krystallinischen Kalkes (Marmor), die in den krystallinischen Urschiefer eingeschaltet lag und, bei ihrer größeren Widerstandskraft gegen die Erosion, schließlich nach der Verwitterung der deckenden Schiefermassen als gigantische Einzelpyramide herausgewachsen ist. Wie geraten diese Kalklager in die laurentischen Schiefer? Der Schluß liegt nahe genug, daß auch sie nichts anderes sind, als die — allerdings krystallinisch verwandelten — Reste zahlloser Tierschalen. Diese Tiere müßten aber einer laurentischen Fauna angehört haben!

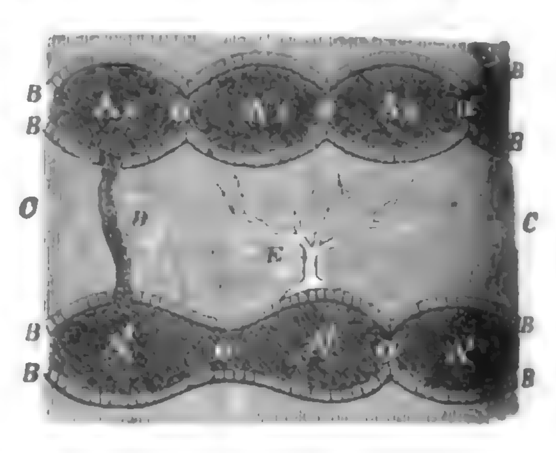
Zu ähnlichen Schlüssen führen die entschieden kohligen Substanzen innerhalb der krystallinischen Schiefer: Graphit und Anthracit, die

eine laurentische Flora wahrscheinlich machen. Wenn man zwar sieht, wie diese organischen Reliquien bis in den tiefsten Gneis hinabreichen, so wird man allerdings leicht stutzig. Gewiegte Urteiler haben betont, ob man für diese Urzeit nicht doch an andere Arten direkter, anorganischer Kalk- und Kohlebildung denken dürfe. Aber wenn man zugiebt, daß man in der strengen Forschung nur den Weg der Induktion zur Verfügung hat, die vom Bekannten aufs Unbekannte schließt, und nicht Hypothesen zu Liebe die Logik der Analogie beiseite werfen darf, so läßt sich vorerst schlechterdings nichts gegen den einwenden, der schließt: wenn die späteren Kalk- und Kohlelager organischen Ursprungs sind — und wenn es laurentische Lager dieser Art giebt: so hat es auch eine laurentische Tier- und Pflanzenwelt gegeben. Und man wird ihm dieses vollends nicht bestreiten dürfen angesichts der Thatsache, daß es noch einen zweiten, allerdings komplizierteren Weg giebt, der die Annahme einer solchen uralten Fauna und Flora wahrscheinlich macht.

Bevor wir uns ihm zuwenden, sei hier ein kleiner Exkurs eingeschaltet, der zwar heute anfängt, nur noch ein historisches Interesse zu besitzen, aber eine gute Überleitung zu der Sache liefert, auf die es im folgenden ankommt. Zu Anfang der sechziger Jahre — eben als Darwins epochemachende Arbeit die wissenschaftlichen Kreise in Aufregung zu setzen begann, verbreitete sich die Nachricht, daß die erste auch in der Form noch kenntliche Spur einer laurentischen Tierwelt gefunden sei. In Canada, wo der laurentische Gneis nicht weniger als 30000 Fuß Mächtigkeit besitzt, hatten sich in den Marmoreinschlüssen (also den Teilen, die ohnehin organisch „verdächtig“ waren) eigentümliche Gebilde gefunden, die nach der Ansicht kompetenter Zoologen, wie Dawson und Carpenter, nichts geringeres darstellten, als die wohl erkennbaren Reste eines (allerdings riesig großen) niedrigsten Tieres aus der Ordnung der sogenannten Foraminiferen (Klasse der Rhizopoden oder Wurzelfüßer). Die Foraminiferen, wie sie heute noch in Masse, zumeist im Meere, existieren, sind Urwesen einfachster Art aus der nächsten Verwandtschaft der auf S. 80 abgebildeten Amöbe. Der Körper stellt ein einfaches, strukturloses Protoplasmaklümpchen dar, das aber durchweg höchst zierliche, aus Kalkerde gebildete Gehäuse absondert. Sind die heutigen Formen auch meist winzig klein, so kennt man doch bereits aus der Tertiärzeit in den sogenannten Nummuliten sehr viel größere Arten, so daß es an sich nicht undenkbar war, daß die laurentische Fauna eine Art von Faust- bis Kopfgröße besessen haben sollte. Sehr anschaulich und durch ideale, auf feinste mikroskopische Dünnschliffe gestützte Abbildungen erläutert wurde dargelegt, wie die eigentliche Kalkmasse eines solchen Knollens das Gehäuse des Tieres, die eingesprengten Fasern grünen Serpentins dagegen die Ausfüllung der Kammern und Kanäle darstelle, in denen zu Lebzeiten der weiche Protoplasmaleib der einheit-

lichen Riesenzelle gehaust habe. Das Tier, von dem man jedenfalls mit Recht behaupten durfte, daß es die Morgenröte (Eos) der organischen Welt bezeichne, wurde Eozoon canadense getauft, das kanadische Morgenrötetier. Der Zusatz „kanadisch“ war dabei weniger glücklich, da das gleiche Gebild alsbald an allen möglichen Orten, wo laurentisches Gestein mit Kalkeinschlüssen zu Tage tritt, wiedergefunden wurde: in Irland, Schweden, Schlesien, den Alpen u. s. w. Leider sollte das so schön getaufte und sachlich so brauchbare Wesen sich keines längeren Daseins in den Akten der Wissenschaft erfreuen als der früher erwähnte Bathybius. In nachträglicher Untersuchung wies Möbius auf so viele Wahrscheinlich-





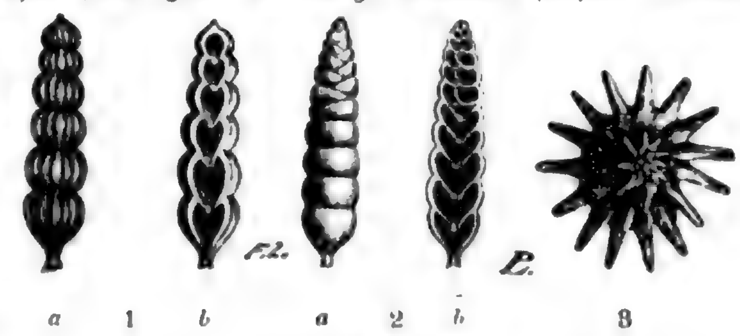
Das angeblich älteste uns erhaltene Tier der Erde, das sogenannte Eozoon Canadense (Kanadisches Morgenröte-Tier).

In der hier dargestellten angeblichen Versteinerung glaubten namhafte Forscher Reste eines sehr großen Urtiers nach Art der gegenüberstehend abgebildeten Rhizopoden zu erkennen, und da die ersten Reste in den uralten laurentischen Gneisschichten Canadas gefunden wurden, Schichten, in denen sonst noch nie eine Versteinerung entdeckt worden ist, so hielt man das „Eozoon“ für die älteste Überlieferung tierischen Lebens auf der Erde, — bis neuere Forschung die Ansicht sehr wahrscheinlich machte, daß der betreffende Rest gar kein organischer sei, sondern lediglich anorganischer d. h. einfach mineralischer Bildung seine Gestalt verdanke. Das Bild links zeigt eine solche Eozoon-Probe in natürlicher Größe, rechts sieht man eine schematisch vergrößerte Darstellung, wie der Hauptverteidiger der „organischen Natur“ des Eozoon, Carpenter, sich den Bau im einzelnen dachte. *A*[1] und *A*[2] sind die Kammern von zwei aufeinander folgenden Reihen, *B* die röhrige Wand der Kammern, *C* Zwischenskelett, *D* Verbindungskanäle, *E* verästelte Kanäle im Zwischenskelett, *a* Öffnung zwischen zwei benachbarten Kammern.

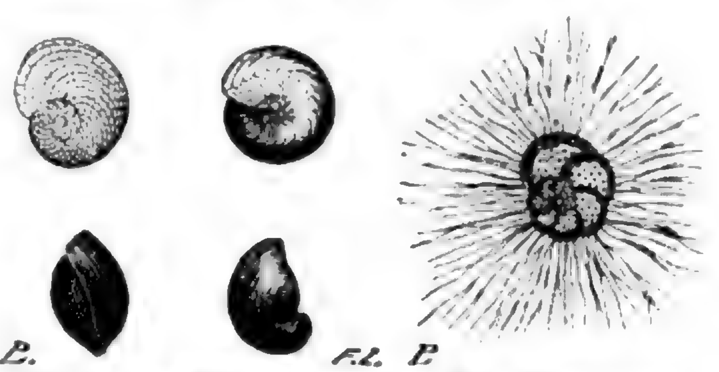
keiten einer einfach anorganischen Entstehung der grünen Serpentinzweige hin, daß nach vielem Hin- und Herreden gegenwärtig die ganze Debatte sich dahin geneigt hat, das Eozoon aus der Petrefaktenkunde wieder zu streichen. Wunderlich wäre es immerhin gewesen, daß grade nur eine einzige, an den entlegensten Orten gleichmäßig verbreitete Tierform sich in ihrer Struktur sollte erhalten haben aus Zeiten, die der Masse ihrer Sedimente nach gradezu eine ungeheuerliche Länge besessen haben müßten. Dafür hätte das Eozoon aber eine andere nicht zu unterschätzende Eigenschaft gehabt. Es hätte die Reihe der organischen Wesen auf der Erde auch paläontologisch sicher beginnen lassen mit einer Form der fast denkbar niedrigsten Art.

Darwinistisch im Sinne der im vorigen Kapitel gegebenen Ideen und nicht minder der im zweiten Kapitel erörterten Urzeugungsfrage ist es ja eine Art logischer Forderung, daß die organische Entwickelung auf der Erde angefangen hat mit ganz primitiven Wesen, — Protoplasmaklümpchen nach Art der Amöbe oder, etwas vervollkommnet, auch dieses vermeintlichen Eozoon.

Indessen, wie gesagt, die Logik allein hat das Eozoon nicht zu halten vermocht, und wir müssen ohne seine Hilfe weiter zu kommen suchen. Dabei werden wir nun — und das führt unmittelbar wieder auf den Faden unserer Debatte — vor eine paläontologische Thatsache von allerhöchster Bedeutung gestellt. Wenn das Eozoon gestrichen bleibt, so beginnt unsere eigentliche, an echte Versteinerungen anknüpfende Tradition mit der kambrischen Formation. Ein Blick auf diese aber genügt, um zu zeigen, daß sie unmöglich die organische Anfangsformation sein kann, — vielmehr ein intensives früheres Leben zur Voraussetzung hat, — mögen dessen Reste auch für immer durch den Krystallisationsprozeß, dem die laurentischen Schiefer unterlagen, zur Unkenntlichkeit entstellt sein.



Rhizopodenschalen.
1. Nodosaria. — 2. Eine Bigenerina (a ganz, b durchschnitten). — 3. Eine Calcarina.



Gehäuse von Rhizopoden. Entomostegen-Formen.

Eine Discorbina mit ausgestreckten Pseudopodien.

Betrachten wir, um darüber volle Klarheit zu gewinnen, jetzt das, was uns als paläontologische Überlieferung der kambrischen Zeit vorliegt, einmal genauer. Viel ist es nicht, aber das Wenige ist Stück für Stück von höchster Beweiskraft.

In den unterkambrischen Sandsteinen von Lugnas in Schweden ist uns ein uraltes Strandgebiet erhalten, — der älteste bekannte Strand, den organische Wesen belebten. Es gab in diesen Tagen schon echtes Festland und damit auch Strand. Jedenfalls damals wie heute sich zusammenziehend, warf die Erdrinde Falten auf, Gneis- und Granitmassen wurden über die Meere emporgereckt und, indem es ihre Ufer benagte oder in Flüssen ihr Material herabschwemmte, schuf das Wasser eben

jene gewaltigen Sedimente, die in Nordamerika wie bei uns im Fichtelgebirge, in Böhmen wie in Skandinavien, in Wales, in den Ardennen oder in Sardinien die gewaltigen kambrischen Schichten noch heute bilden. In diese Sedimente gerieten aber bereits Reste von Organismen. Wer heute als sinnender Beobachter etwa am Nordseestrand um die Zeit der Ebbe wandelt, den ergötzt das Spiel der kleinen wasserbewohnenden Tierwelt, die ihrem heimischen Elemente hastig wieder zukriecht, wie der Wurm, oder sich hilflos auf dem Trockenen quält, wie die krystallhelle Glocke der Qualle. Wo der feine, feuchte Sand jede winzigste Kritzelei bewahrt, da sieht er eingeprägt die zarten Spuren solchen Lebens und Treibens. Unter dem Zweige dunkelgrünen, herb duftenden Seetangs, den er aufhebt, sieht er den Abdruck der lappigen Blätter und Blasen treu in der Fläche, und den Ort, wo die gallertige Qualle im Sonnenbrande zerflossen und aufgetrocknet ist,

Spatangopsis,
aus unterkambrischen Sandsteinen Schwedens.
(Nach Nathorst.)

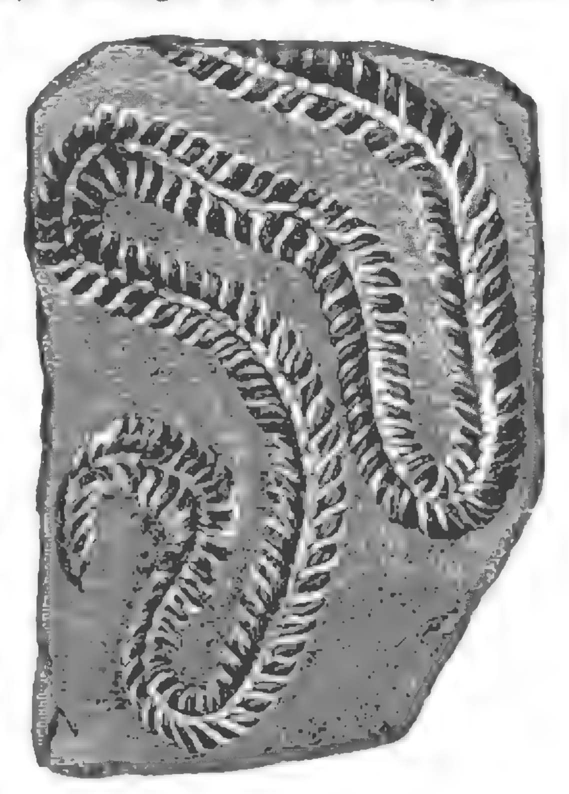


Gips-Abguß des Körperhohlraumes einer lebenden Meduse.
(Nach Neumayr.)

Abdruck einer Meduse auf kambrischem Sandsteine Schwedens.
(Nach Nathorst.)

ziert noch gleichsam ein letzter Schatten ihrer Form, in den Schlamm eingeprägt. Wenn eine Zauberformel diesen Wandrer über Jahrmillionen zurückversetzen könnte an den kambrischen Strand von Lugnas: er würde genau das gleiche Schauspiel schon damals gehabt haben. Der schwedische Forscher Nathorst hat zuerst überzeugend dargethan, daß gewisse rätselhafte Abdrücke jenes Gesteins, denen man die kühnsten Deutungen als seltsame Pflanzen, gepanzerte, kopflose Würmer u. s. w. gegeben, nichts anderes darstellten als die Kriechspuren von Krebsen, Würmern und Schnecken oder, zum Teil, die zufälligen Figuren, die vom Wasser hin und her bewegte harte Seetangbüschel auf einem sehr feinen Ufersande hervorgebracht. Wie die betreffenden Tiere und Pflanzen selbst aussahen, darüber sagen uns diese schattenhaften Spuren nicht viel, aber immerhin ist es ein Gewinn, wenn wir nur etwa die Existenz von Würmern und von Seetang schon für diese Zeit als wahrscheinlich voraus-

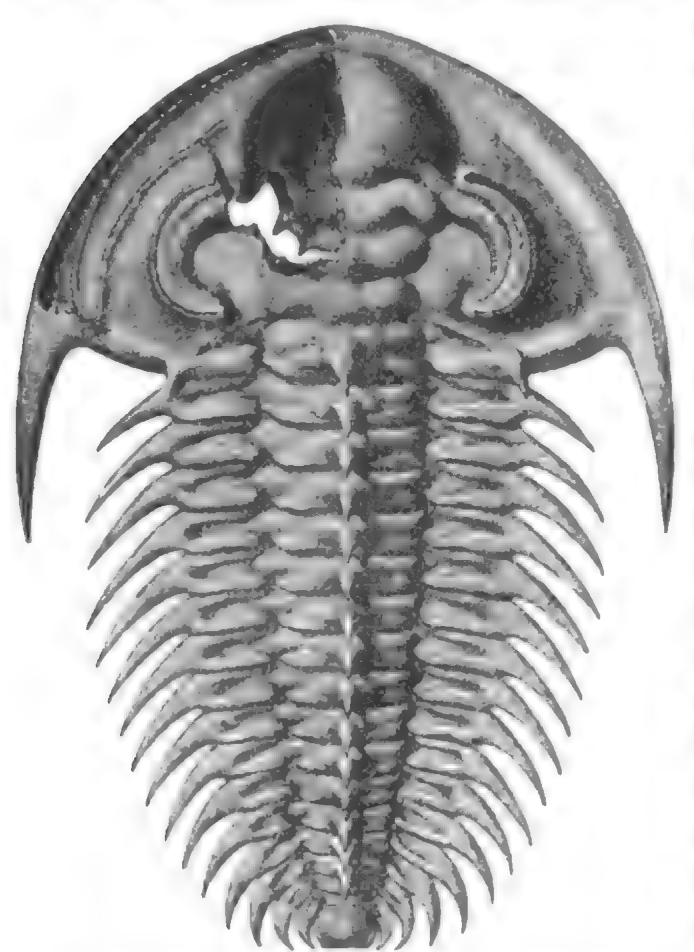
setzen dürfen. Gewisse Gebilde, die dazwischen gestreut sind, erlauben sogar schon einen weiteren Schluß. Jeder, der einmal das Meer gesehen, kennt wohl auch das seltsame Tiergeschlecht, das ihm so typisch angehört, wie der Vogel der Luft oder der Frosch dem Teich: die glashellen Quallen oder Medusen, glockenförmige Tiere sehr niedriger Art, die nach unten lange, nesselnde Fangarme spielen lassen und meist gesellig zu langen Schwärmen vereint gemächlich dahinschwimmen und ihre Nahrung suchen. Treibt der scharfe Wind sie ins Seichte und ans Land — wie z. B. an unserer Ostseeküste massenhaft die Aurelia aurita —, so kann man öfter beobachten, wie beim Austrocknen des wässerigen Körpers im Sande sonderbare sternförmige Sandballen zurückbleiben. Sie sind nichts anderes als regelrechte Ausgüsse der weiten, in Taschen auslaufenden Magenhöhle (Gastrovascularraum) des Tieres, hervorgebracht durch Schlamm, der in das Innere eingedrungen war, ehe der Zerfallprozeß sich völlig vollzogen. Ganz ähnliche Ausgüsse finden sich nun als häufige Versteinerung im Kambrium von Lugnas, und in Verbindung mit einzelnen, die Medusenform auch äußerlich noch andeutenden Abdrücken sind sie mit großer Sicherheit auf kambrische Quallen gedeutet worden.



Geheimnisvolle organische Spuren aus den ältesten bekannten Schichten, die noch Versteinerungen enthalten
(kambrische Schiefer von Llampeter in England).
Lange Zeit glaubte man darin Reste von Würmern eigentümlicher Art zu erblicken, für die mancherlei Namen (z. B. für die hier abgebildete Form Nereites cambrensis) vorgeschlagen wurden. Neuerdings wird es wahrscheinlicher, daß es sich gar nicht um eigentliche Tiere handelt, sondern nur um Spuren, die solche (Würmer und Krebstiere) kriechend im weichen Ufersande bei der Ebbe hinterlassen haben.

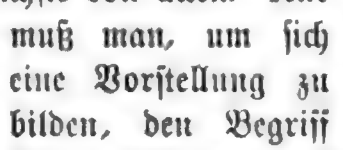
Weitere Ergänzungen sind aus anderen ebenfalls uralten Fundorten gekommen. In unsern Meeren, z. B. an der Küste Norwegens, lebt heute noch, wenn schon nicht grade zahlreich, ein Geschlecht von Tieren, das so recht gemacht ist, den Zoologen in die Irre zu führen. Da das Einzelgeschöpf in einem zweischaligen Gehäuse lebt, das auf den ersten Anblick sich in nichts von dem einer Muschel unterscheidet, so stellte man die merkwürdigen Wesen anfangs ruhig unter die Mollusken, und da man gewisse spiralig eingerollte Organe, die an der Mundöffnung entspringen, sehr irrtümlicherweise für eine Art Arme hielt (es waren in Wirklichkeit die Kiemen, also Atmungswerkzeuge), so taufte man die ganze Gruppe

Armfüßer oder Brachiopoden, — ein Name, der heute noch im Schwunge ist, aber an sich eigentlich jetzt schlechterdings sinnlos ist; nachdem man sich allmählich überzeugt hat, daß die Tiere ihrer Verwandtschaft nach wahrscheinlich nur einen eigenartig umgebildeten, schalentragenden Zweig des großen und vielgestaltigen Stammes der Würmer darstellen, wäre eine Bezeichnung wie Muschelwürmer oder auch Armkiemer (Spirobranchia Haeckel) jedenfalls angemessener, es hält aber stets schwer, einmal eingebürgerte Namen zu beseitigen und die Konfusion, die dabei entsteht, ist oft größer als der Gewinn. Schalen solcher Brachiopoden nun kommen bereits im tiefsten Kambrium Rußlands und Englands vor, und zwar darunter, was in höchstem Grade merkwürdig ist, Schalen einer Gattung, die heutigen Tages noch lebendig ist: der Gattung Lingula, die, heute in tropischen Gewässern verbreitet, in der kambrischen Zeit bereits ganze Schichten zusammensetzt und mit einer Unterform (Lingulella ferruginea) wohl überhaupt vorläufig unsere Reihe der Versteinerungen eröffnet (im kambrischen Gebirge in England). „Das Fortleben der Lingula und ähnlicher Brachiopoden durch eine große Reihe, ja durch sämtliche geologische Perioden“, sagt Ernst Koken, „ist das auffallendste Beispiel persistenter Typen, das wir kennen, und sicherlich schwer zu erklären. Wir besitzen noch kein Maß für absolute Zeitwerte in der Geologie, aber schon die Erwägung, daß die seit dem Kambrium abgelagerten Schichten in etwa sechzig Stufen geteilt werden, deren jede dem ganzen Zeitraum des Quartärs und der Gegenwart, also dem Alter des Menschengeschlechts, mindestens gleichkommt, meist noch weit überlegen ist, erregt ein Gefühl in uns, das dem des Schwindels über tiefen Abgründen gleichkommt.“

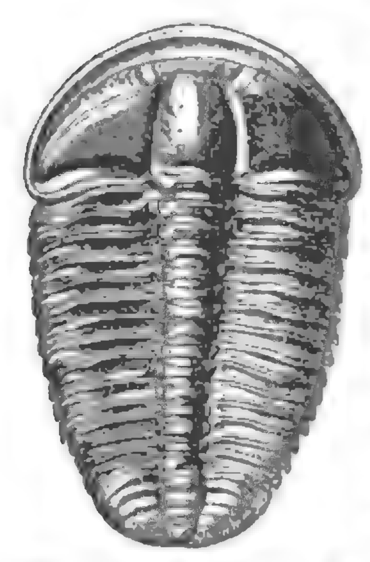


Ein Trilobit (Olenellus Kjerulfi Linnarss) aus den ältesten versteinerungführenden Schichten der sogenannten kambrischen Formation. Die Trilobiten waren Krebse von äußerst seltsamem Bau, die heute gänzlich ausgestorben sind. Das hier dargestellte Tier ist von oben gesehen. Ein Teil des Kopfschildes ist losgelöst, um die Oberlippe der Unterseite zu zeigen. Die Augen sitzen auf den halbmondförmigen Wulsten. (Nach Holm.)

Ist Lingula in ihrer Art schon höchst seltsam und zum Nachdenken anregend, so öffnet sich uns der merkwürdigste zoologische Ausblick des ganzen Kambriums jedenfalls vor den Resten einer Tiergruppe, die von Beginn der paläontologischen Forschung an mehr als jede andere — wenigstens insofern wirbellose Tiere in Betracht kommen — die Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat. Es handelt sich um die sogenannten Trilobiten. „Trilobit“ heißt so viel wie „Dreilapper“. Ein Blick auf die Bilder zeigt, wie das gemeint ist. Im Gegensatz zu der zähen Lingula giebt es heute kein Tier mehr, das mit einigem Recht den Trilobiten beizuzählen wäre, schon von der Trias ab sind sie, wie es scheint, total ausgestorben. So ist es denn nicht leicht gewesen, von diesen verzwickten Erdensöhnen ein halbwegs klares Bild zu bekommen. So viel steht zunächst fest, daß der Trilobit ein Krebs ist, wenn auch wohl der wunderlichste von allen. Nur muß man, um sich eine Vorstellung zu bilden, den Begriff Krebs nicht zu eng fassen. Der Leser betrachte das Bild auf S. 204 „Molukkenkrebs“, das eine noch heute in heißen Meeren lebende Krebsform sehr absonderlicher Art darstellt, — übrigens ein Tier, das er in jedem größeren Aquarium lebendig sehen kann. Vielleicht ist es auch nützlich, wenn er sich ein uns allen geläufiges kleines Geschöpf, das allerdings im gewöhnlichen Sprachgebrauch nicht mehr direkt zu den Krebsen gerechnet zu werden pflegt, vergegenwärtigt, die Kellerassel (Kellereſel) und ihre Verwandte, die Rollassel (Armadillidium vulgare), die sich in einer höchst possierlichen Weise zusammenrollen kann, — eine Eigenschaft, die vielen Trilobiten ebenfalls zukam.



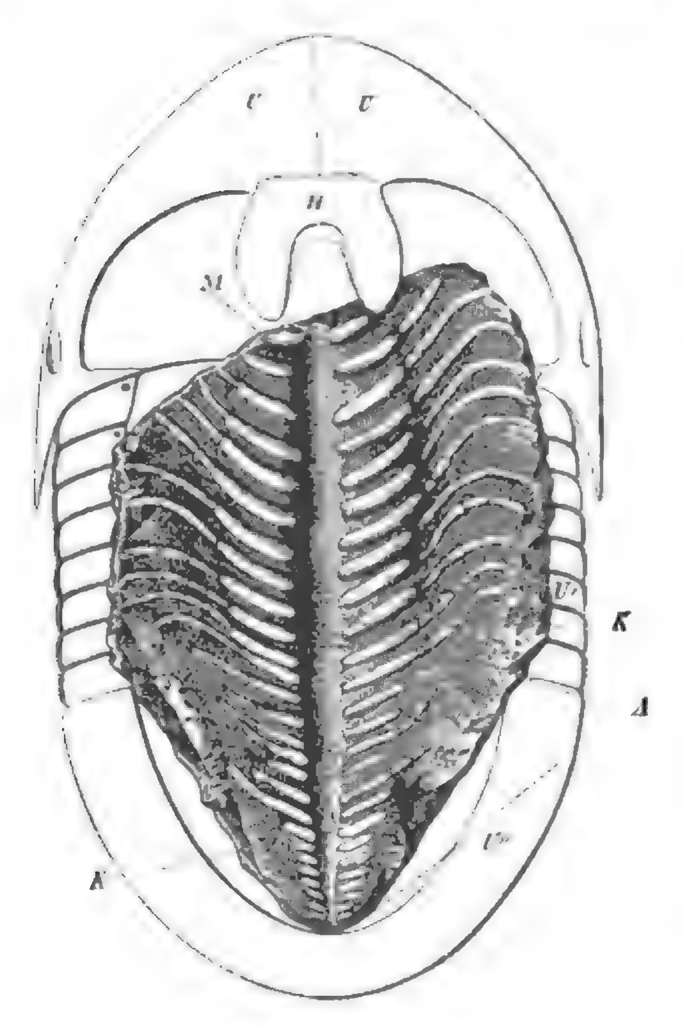
Ein Trilobit (Krebs) der kambrischen Zeit: der Paradoxides Bohemicus von Ginetz in Böhmen (1/2 der natürlichen Größe). Diese Gattung ist auf die kambrische Zeit beschränkt.



Ein Trilobit (Krebs) der kambrischen Zeit: der Conocephalites Sulzeri von Ginetz in Böhmen. Die Gattung Conocephalites bleibt auf kambrische und untersilurische Schichten beschränkt, findet sich aber dort massenhaft in etwa 100 Arten. (Nach Barrande.)

Was man vom Trilobiten für gewöhnlich versteinert findet, ist der Rückenpanzer, an dem man z. B. bei dem oben dargestellten kambrischen

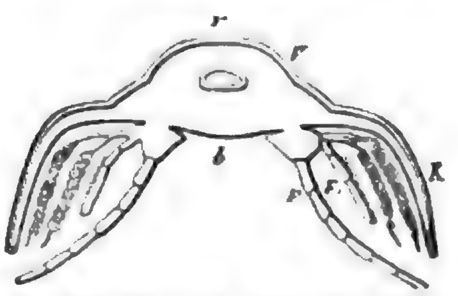
Olenellus sehr gut die Dreiteilung in Kopfschild, bewegliche Segmente des Mittelleibes und Schwanzschild (Pygidium) erkennen kann. Die Zahl der Mittelleibsegmente steigt bei einzelnen Arten bis zu 30, und wenn die Verschiebbarkeit ausreichte, so konnte das Tier sich in dieser Gegend so einkrümmen, daß Kopf- und Schwanzschild unten aneinander stießen und



Unterseite eines Trilobiten-Krebses, Asaphus megistos *Hall* aus dem Untersilur.

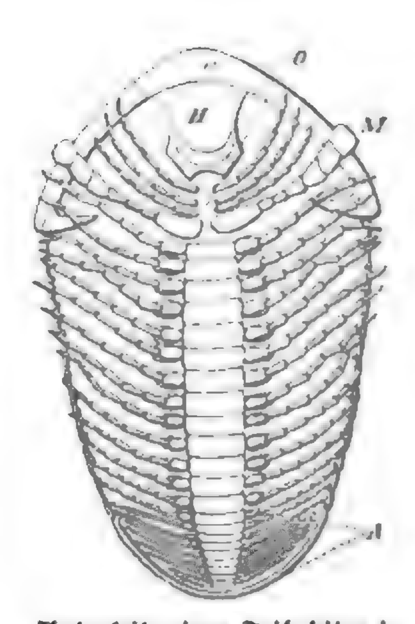
An diesem Exemplar sind deutliche Reste der Beine erhalten.

U Umschlag des Kopfschildes, *U'* Umschlag der Leibesringe, *U''* Umschlag des Schwanzschildes. *H* Oberlippe. *M* Rest eines Kieferfußes, der zum Kauen gebraucht wurde. *K* Reste der Kiemen. *A* Füße des Schwanzteils. (Nach Walcott.)



Querschnitt durch einen Trilobiten.

r Rücken. *b* Bauch. *V* Darmkanal. *K* Kiemen. *F¹* und *F²* innerer und äußerer Teil des Körpers. (Nach Walcott.)

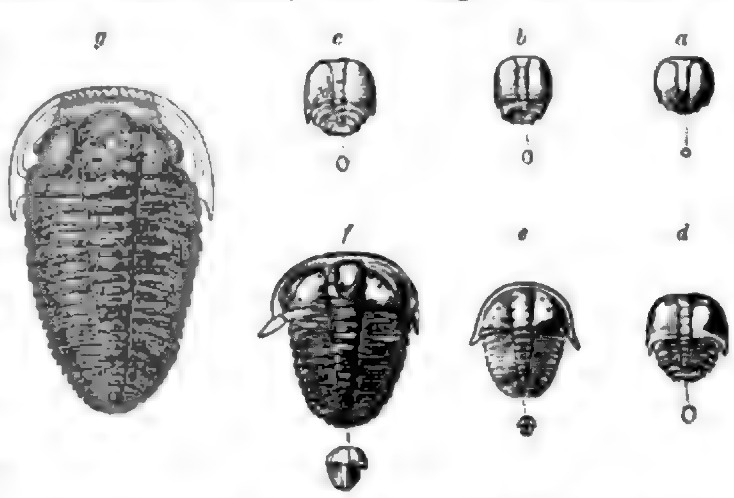


Unterseite eines Trilobiten in schematischer Ergänzung.

O Mund. *H* Oberlippe. *M* Großer Schwimmfuß. (Nach Walcott.)

nach dem Prinzip der Asseln, Igel und Gürteltiere ein regelrechter Kugelpanzer auch um die weiche Unterseite geschaffen war. Diese weiche Unterseite, die sich natürlich nicht leicht bei der Versteinerung erhalten konnte, ist lange Zeit ein Kreuz und Schmerz der Trilobitenforscher gewesen. Der unten abgebildete Molukkenkrebs von heute ist auch auf der ganzen Oberseite mächtig verpanzert, unten aber zeigt er ein — beim lebenden Tier

förmlich unheimlich anzusehendes — Gewimmel von Beinen. Eine Hauptfrage war nun, ob der Trilobit auch an seiner weichen Hälfte Beine und was für welche besessen habe. Nachdem man sich lange theoretisch hin- und hergestritten und theoretisch „festgestellt“ hatte, die Tiere könnten bloß ganz weiche, fleischige Füße ohne Erhaltungsmöglichkeit besessen haben, entdeckte endlich Billings im Jahre 1870 in Canada ein Exemplar, das unzweideutig 8 Paar gegliederte Füße in ganz guter Erhaltung zeigte. Walcott machte sich dann an die saure, aber von einer durchaus richtigen Annahme geleitete Arbeit, eingerollte Trilobitenexemplare (in denen die Füße ja unbedingt noch stecken mußten) nach der Länge und Quere in dünnste Lamellen zu zerspalten, die dann einzeln untersucht wurden. Ein förmlicher Steinbruch, der eine 3 m hohe Schicht abräumte, wurde an günstiger Stelle angelegt, wobei 3500 gerollte Exemplare zu Tage kamen, von denen 270 wirklich Spuren der Beine erkennen ließen. Seitdem ist das Problem gelöst. An der Unterseite des Kopfes stehen vier Beinpaare, an denen auch die Kiemenbüschel (Atmungs-Organe) saßen, während die Hüftteile selbst wohl zum Kauen dienten (als Kiefer) und das vierte Paar als Schwimmfuß gerudert haben mag. Jedes Segment des Mittelleibes trägt je ein Beinpaar, und andere Beine sitzen gar noch unter dem Schwanzschild, so daß die Tiere beim Laufen wirklich einer Assel sehr ähnlich gesehen haben müssen. Daß sie nämlich nicht nur schwammen, sondern auch krochen, scheint seine Bestätigung in gewissen Spuren im kambrischen Sandstein von Canada zu finden, die von allen damals lebenden, uns bekannten Tieren wohl nur ein Trilobit mit seinen paarigen Beinstelzen und seiner nachschleppenden Schwanzspitze hinterlassen haben kann (Bild S. 203).



Die individuelle Entwickelungsgeschichte (Ontogenie) eines Trilobiten-Krebses der kambrischen Zeit.

(Sao hirsuta von Skrey in Böhmen; nach Barrande.) Die Reihe beginnt bei *a*. Zuerst besteht das Tier gleichsam bloß aus einem Kopfschild, worauf erst allmählich die Rumpfsegmente sich losgliedern bis zu der fertigen Form *g*. Man hat es in diesem Falle mit der äußerst interessanten Ausnahme zu thun, daß einmal von einem längst ausgestorbenen Tiere verschiedene Entwickelungsstufen des Individuums erhalten sind, und zwar trifft diese Ausnahme grade ein Tier aus der ältesten uns überlieferten Schicht, die überhaupt noch Versteinerungen führt.

Die Menge der Trilobitenformen, die schon im Kambrium auftreten, ist eine ganz erstaunliche. Barrande, der beste Kenner dieser Dinge, unterscheidet darunter 50 Gattungen mit 252 Arten. Der abgebildete Paradoxides ist eine der ältesten Formen, die dem Kambrium eigentümlich ist.

Wenn man sich denkt, daß dieser Artenmasse die Individuenzahl an guten Fundstätten entspricht — wir sahen ja oben die Tausende, die Walcott allein für seine Spezialzwecke zerschneiden durfte — so nimmt es nicht wunder, daß man bei diesen Tieren ausnahmsweise sogar einmal alle ihre individuellen Entwickelungsstufen vom Ei bis zum fertigen Geschöpf zur Verfügung bekommt. Barrande hat aus Böhmen die ganzen lückenlosen Reihen für kambrische Formen verschiedenster Art (Sao hirsuta, Agnostus nudus) festgestellt. Er beschreibt sehr kleine schwarze Kügelchen von 3/5 bis 2/3 mm Durchmesser, die sich massenhaft in den Trilobitenschichten finden, als Eier. Die frühesten Entwickelungsstufen stellen dann bei Sao hirsuta ein winziges Tier dar, das eigentlich nur aus einem Kopfschild besteht. Erst allmählich entwickeln sich die Rumpfsegmente, deren letzte als Schwanzschild verschmolzen bleiben. Bei anderen Gattungen (Agnostus) existieren von Beginn an Kopfschild und Schwanzschild, und die Segmente schnüren sich erst langsam aus diesen heraus. Noch andere Möglichkeiten sind für dritte und vierte Gruppen gegeben. Es ist fur die systematische Stellung der Trilobiten von großer Wichtigkeit, daß die individuelle Entwickelung gewisser heute noch lebender Krebse, der oben erwähnten sonderbaren Molukkenkrebse (Limulus), Stufen zeigt, wo die Ähnlichkeit mit einem dreigeteilten Trilobiten ziemlich auffällig ist. (Vergl. das Bild S. 205.) Im ganzen und großen weiß man aber auch heute noch nicht recht, wie man die Trilobiten dem heutigen Krebsgeschlecht angliedern soll, es sind eben ganz eigenartige Gesellen gewesen, die aus jeder Schablone herausfielen.

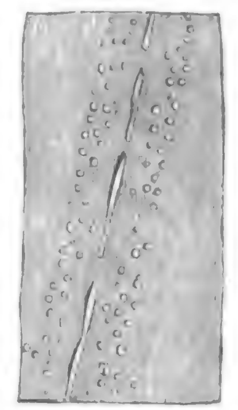



Winzige blinde Trilobiten-Krebschen der kambrischen Zeit
aus der Familie der Agnostidae, deren Rumpf sehr klein ist und, nur aus zwei Ringen bestehend, fast zwischen Kopf- und Schwanzschild verschwindet. Die dargestellte Art (Agnostus pisiformis) stammt aus Andrarum in Schonen (Schweden). Stellenweise finden sich diese kleinen Krebschen aus urgrauer Zeit zu Millionen beisammen, so daß Barrande auch hier wie bei dem S. 201 abgebildeten Sao die ganze individuelle Entwickelungsgeschichte nachweisen konnte. Das Bild zeigt links ein Einzeltier, rechts ein Stück Schiefer, das gänzlich aus Krebsen zusammengesetzt ist.

Eine ebenso schwierige wie interessante Frage ist natürlich, unter welchen Bedingungen diese reiche Fauna grotesker Krebstiere der grauesten Urzeit gelebt habe. Da giebt es nun manche äußerst lehrreiche Fingerzeige. Vor allem sind es die Augen der Trilobiten, die zu denken gegeben haben.

Zum Teil haben die Trilobiten ganz gewaltige Augen, die wie die Insektenaugen aus Tausenden von Linsen (Facetten) zusammengesetzt sind. Daneben aber finden sich eine ganze Menge Arten, die entweder nur noch Reste von Augen (wahrscheinlich sehunfähige) besitzen oder überhaupt augenlos sind. Zu letzteren gehört z. B. der abgebildete kleine Agnostus. Von vortrefflichen Forschern, in erster Linie Melchior Neumayr, ist nun auf Grund dieser eigentümlichen Sehverhältnisse die Hypothese aufgestellt worden,

daß die Mehrzahl der kambrischen Trilobiten Bewohner sehr großer und daher dunkler Meerestiefen gewesen seien. Wir haben früher gesehen, wie noch heute bei den Krebstieren der Tiefsee zwei Formen dominieren: solche mit ganz kolossalen Augen (Cystosoma), die noch bei sehr matter Beleuchtung oder beim Schein phosphoreszierender Tiere eine Chance des Sehens haben, — und solche ohne Augen, die in der absoluten Finsternis allmählich ihr Sehvermögen als etwas „Überflüssiges" ganz haben eingehen lassen (Willemoesia). Die Neumayr'sche Ansicht hat deshalb eine große Bedeutung, da sie, ihre Richtigkeit zugestanden, beweisen würde, warum dieselben kambrischen Schichten, die uns so viele Trilobiten liefern, an sonstigen Tierformen so arm sind. Die Armut entspräche dem ganzen Habitus einer Tiefseefauna, der stets ein einförmiger gewesen sein dürfte genau so, wie er es heute noch ist. Neumayrs Hypothese ist nicht unbestritten geblieben, aber auch nicht widerlegt. Von verschiedenen Trilobiten läßt sich schwer leugnen, daß sie Strandtiere gewesen sein könnten, man müßte unter solchen dann die Blindheit aus Anpassung an eine im Schlamme wühlende Lebensweise erklären. Aber auf der anderen Seite spricht so viel für die Tiefseetheorie, daß sie einstweilen nicht abzuweisen ist.

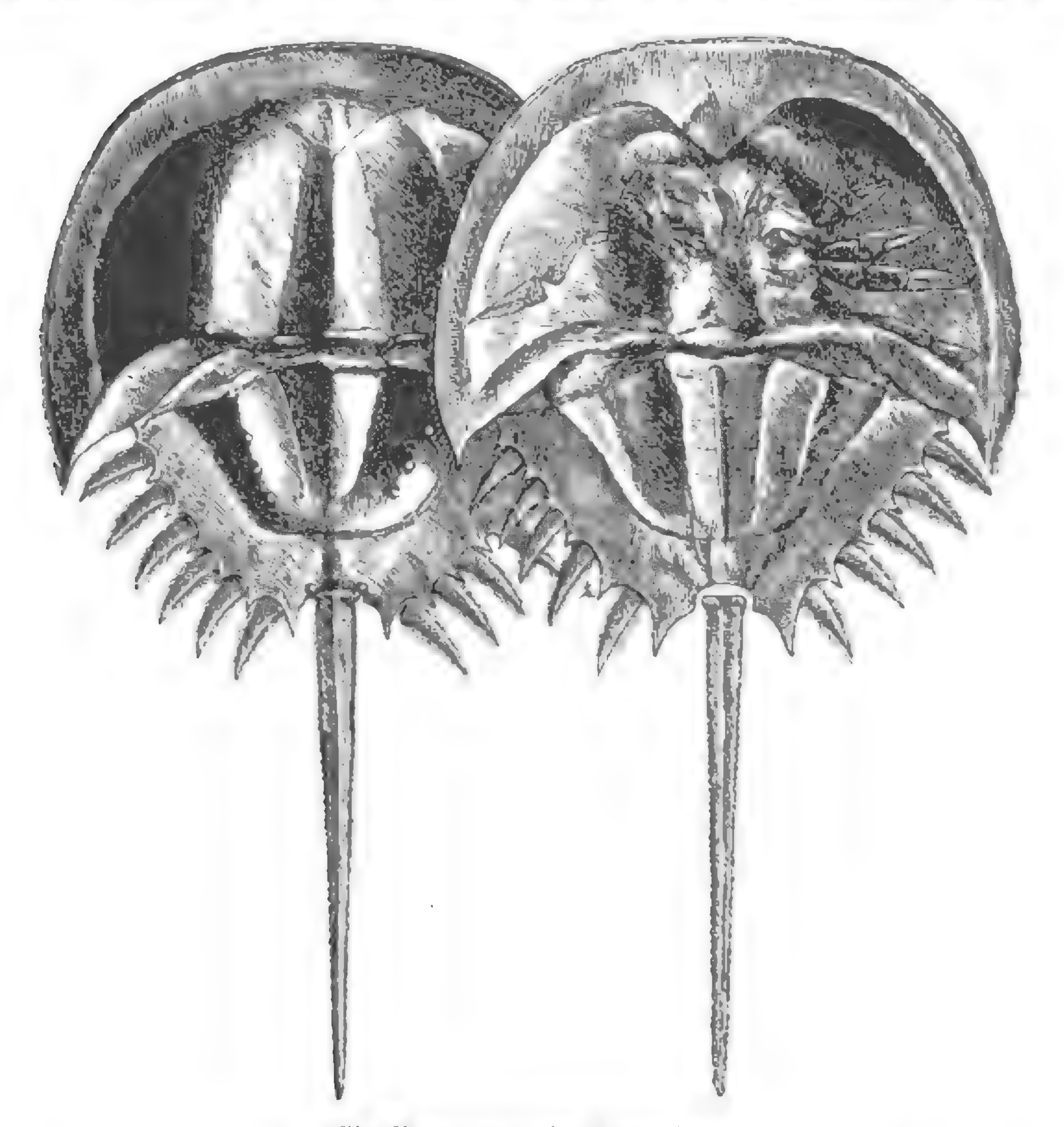


Seltsame Fußspuren aus der kambrischen Zeit
(Potsdam Sandstein von Canada), die als Fährten von Trilobiten-Krebsen gedeutet werden.
Die Furche dürfte vom zugespitzten Hinterleib herrühren, die Punkte wären dann die Eindrücke der Füße. Die Deutung ist aber nicht absolut sicher.

Der Rest dessen, was uns an organischen Resten aus dem Kambrium noch außer Würmern, Quallen, Brachiopoden und Trilobitenkrebsen überliefert ist, hat ziemlich wenig Bedeutung. Einige spärliche Funde deuten darauf hin, daß es auch schon Stachelhäuter (die Tiergruppe, zu der heute die Seeigel, Seesterne u. a. gehören) im kambrischen Meere gab, man kennt Armglieder sogenannter Seelilien, von denen in der Folge noch eingehend die Rede sein wird. Ferner wird ganz vereinzelt auch von Resten von Mollusken (Muscheln und Tintenfischen) berichtet, doch nur aus den obersten, jüngsten Schichten. Im Fichtelgebirge sind die winzigen Schälchen jener einzelligen Urtiere, die man unter dem Namen Radiolarien zusammenfaßt, nachgewiesen worden. Endlich zeigen sich in ansehnlichen Spuren noch gewisse höchst seltsame Tiere, mit denen vorläufig kein Zoologe etwas rechtes anzufangen weiß, die sogenannten Graptolithen.

Wie Graptolithen aussehen, erkennt der Leser aus dem Bilde S. 206. Was Graptolithen sind, weiß kein Mensch genau. Jedermann kennt jene eigentümlichen Genossenschaften von Tieren, die gewissermaßen zu vielen zusammenwachsen und einen gemeinsamen Haushalt führen. Das bekannteste

Beispiel bieten die Korallen, ein anderes weniger bekanntes die sogenannten Staatsquallen oder Siphonophoren, bei denen der ganze Tierstock, unter dessen miteinander verwachsenen Individuen eine hochgradige Arbeitsteilung eingetreten ist, als geschlossene Masse das Wasser durchschwimmt. Solche Tierstöcke haben wir allem Anschein nach in den Graptolithen auch vor



Ein Molukkenkrebs (Limulus).

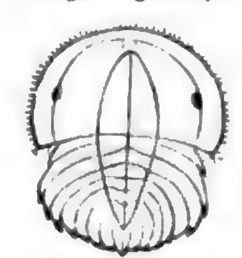
Die hier dargestellte Art ist der Limulus Walchi aus der Jura-Zeit (lithogr. Schiefer von Solnhofen, 1/2 natürl. Größe). Er kann (wenn auch nicht in der Größe) als typisches Muster der noch heute existierenden Molukkenkrebse gelten, von denen fünf Arten auf den Molukken und bei Florida an schlammigen Küsten leben. Über die Beziehungen der Molukkenkrebse zu den Trilobiten vergl. Text S. 199 und 202.

uns. Die zierlichen Zweiglein und Spiralen, deren Abdruck wir finden, bestehen aus zahlreichen Einzelzellen, deren jede wohl ein Tier umschloß. Nach innen öffneten sich die Zellen zu einem gemeinsamen Hohlraum, der gewissermaßen aus der ganzen Kolonie doch wieder ein einheitliches Wesen machte, wie der Zweig am Baume, der die Blätter verknüpft. Ob dieser

„Tierstaat" ähnlich den Korallen mit der Unterecke im Schlamme haftete oder ob er den Siphonophoren gleich frei herumschwamm, läßt sich nicht entscheiden. Und ebensowenig hat man bis jetzt eine Ahnung, welchem Kreis von Tieren die Graptolithen angehören. Möglich, daß sie lebend uns nötigen würden, einen ganz neuen Tierstamm für sie aufzustellen. Sie sind aber schon in der auf das Kambrium folgenden Erdepoche, der Silurzeit, vollständig ausgestorben, nachdem sie vielfach kolossale Anhäufungen gebildet hatten, also in ihrer Blüte jedenfalls alle Meere massenhaft belebt haben müssen.

Direkte Pflanzenreste sind bisher aus der kambrischen Formation nicht bekannt geworden. Schon 1844 hat zwar Oldham in Irland ein Gebild entdeckt, das als Oldhamia antiqua zu den Algen gerechnet worden ist. Gegenwärtig glaubt man aber, daß es sich lediglich um eine anorganische Bildung handle (Bild S. 208).

Soviel als Umriß über die kambrischen Reste. Es fragt sich nun, was sie uns im ganzen lehren.

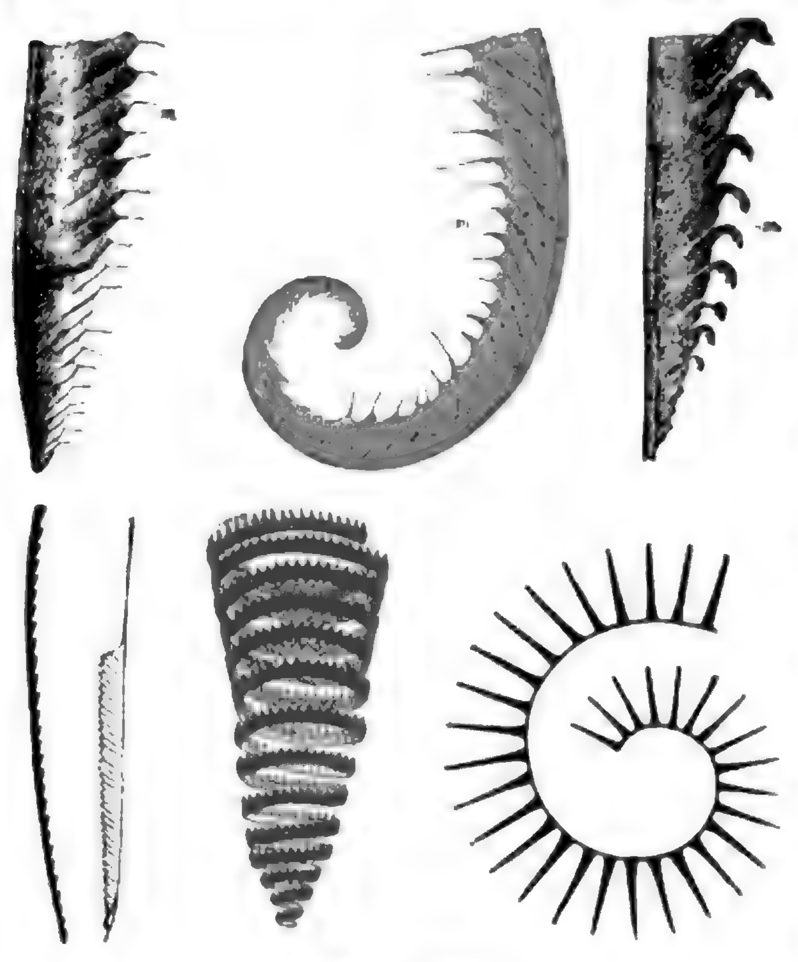


Eine Larve des heute lebenden Molukkenkrebses (Limulus polyphemus).

Diese eigentümlich gestaltete, vom Bau des fertigen Tieres (vergl. das Bild S. 204) gänzlich abweichende Larve entspricht auf der einen Seite völlig den aus paläozoischer Zeit überlieferten Limuliden (Hemiaspidae, vgl. das nächste Kapitel), daneben aber zeigt sie auch so auffällige Übereinstimmungen mit gewissen Trilobiten, daß man sie im Sinne des Häckel'schen biogenetischen Grundgesetzes (vgl. S. 210 ff.) gradezu als „Trilobiten-Stadium" bezeichnet und auf einen engen Stammeszusammenhang von Trilobiten und Molukkenkrebsen gedeutet hat. Die Debatte darüber ist indessen noch nicht abgeschlossen. (Das Bild nach Dohrn.)

Dem Zoologen fällt zunächst eine Thatsache sehr stark auf. Zu den großen Errungenschaften der neueren Tierkunde gehört in erster Linie die Unterscheidung einer Reihe von Hauptkreisen oder Stämmen der Tiere. Der alte Linné hatte in einer noch ziemlich naiven Weise sechs Tierklassen formuliert: die Säugetiere, Vögel, Amphibien, Fische, Insekten und Würmer. Lamarck faßte zuerst dann die vier ersten Klassen Linné's als „Wirbeltiere" (Vertebrata) zusammen. Die als Rest bleibenden „Wirbellosen" sonderte der große Cuvier, ein systematisches Genie ersten Ranges, in die drei Kreise der Gliedertiere (Articulata), Weichtiere (Mollusca) und Strahltiere (Radiata), von denen jeder dem einen Kreise der Wirbeltiere gleichwertig hinsichtlich der Eigenart seines anatomischen Baues sein sollte. 1848 glückte es Leuckart, einen Hauptschnitzer dieser an sich grundlegenden Klassifikation auszumerzen, indem er die Strahltiere in zwei Kreise auflöste: die Sterntiere oder Stachelhäuter (Echinodermata) und die Pflanzentiere (Zoophyta oder Coelenterata). Fast um die gleiche Zeit kam Siebold zu der Ansicht, daß ein gewisser Teil niedrigster tierischer Organismen (besonders die Einzelligen) entschieden auch den Rang eines eigenen Kreises beanspruchen dürften: so trat als sechster der Kreis der Urtiere (Protozoa) hinzu. Immer tiefer dringendes Verständnis des Gliedertier-Kreises spaltete

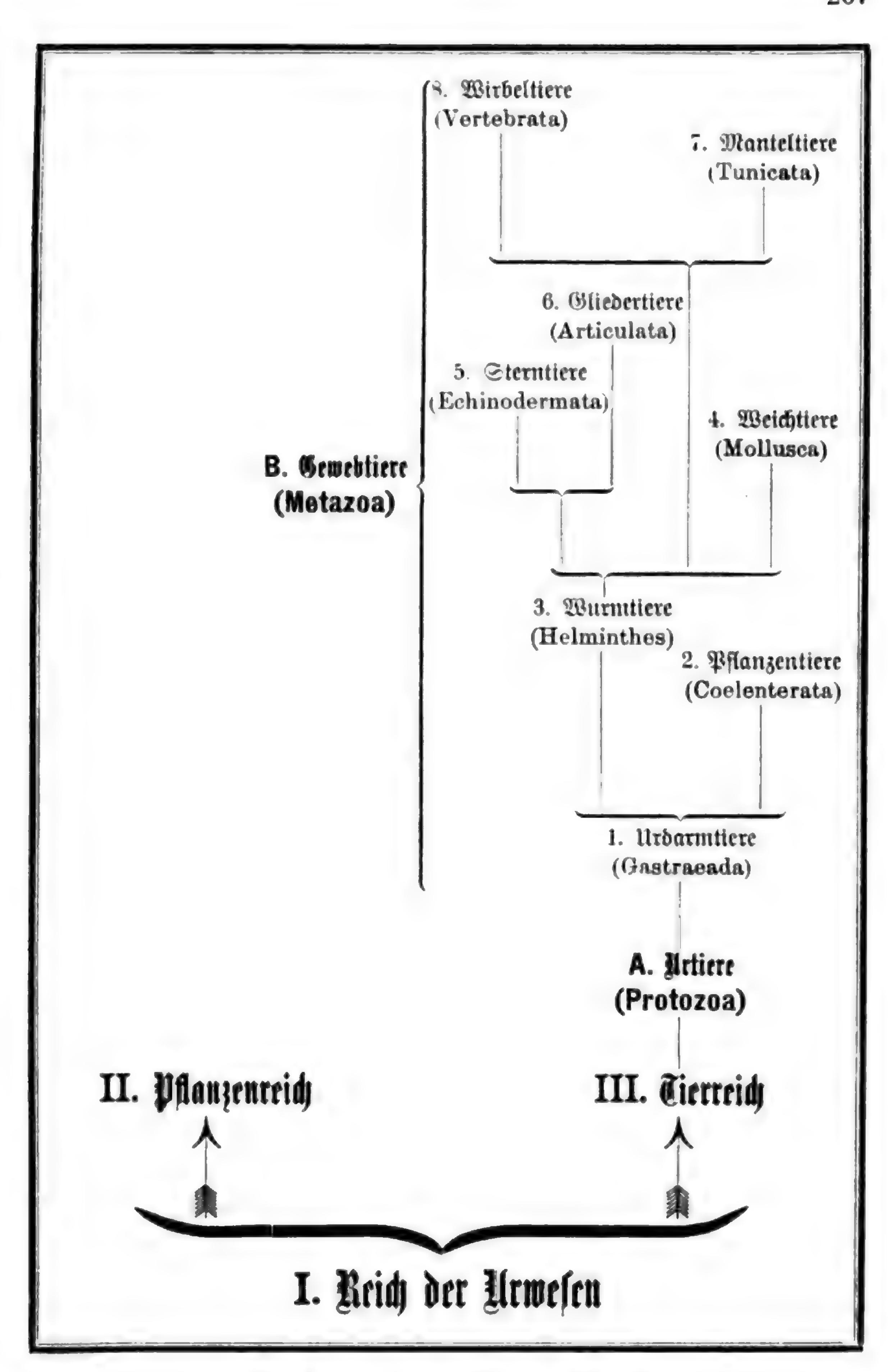
diesen alsbald jetzt auch in zwei Hälften, man trennte die Gliedertiere im engeren Sinne (Articulata) von der Hauptmasse der Würmer (Vermes oder besser Helminthes), ohne daß damit übrigens die jetzt so genannten „Würmer“ als Kreis etwa wieder der alten Linné'schen Klasse entsprochen hätten. Eine ganz absonderliche, schlechterdings nirgendwo unterzubringende Tiergruppe, die Ascidien oder Manteltiere (Tunicata) haben dann noch Anlaß gegeben, ihnen einen besonderen, achten Kreis einzuräumen. Häckel, der vom Boden der Entwickelungslehre die einfache Tabelle der Kreise als „Stammbaum“ zu ordnen suchte, hat endlich, womit für den Moment jedenfalls ein gewisser Abschluß gegeben ist, die ganze Reihe überhaupt noch einmal mit einem großen Strich zunächst in zwei Stücke geteilt: Urtiere (Protozoa) und Gewebetiere (Metazoa). An den Fuß der Metazoa schiebt er eine Stammgruppe, die Urdarmtiere (Gastraeada), über die weiter unten noch einiges zu sagen sein wird. Die Anordnung der acht eigentlichen Metazoenstämme ergiebt sich dann in der nebenstehend dargestellten Weise, — natürlich nur im allergröbsten Umriß und zur ganz allgemeinen Orientierung. Immerhin thut es not, daß der in der Zoologie unbewanderte Leser sich wirklich daran orientiert, da er sonst das Folgende nicht so leicht erfassen wird.



Graptolithen.

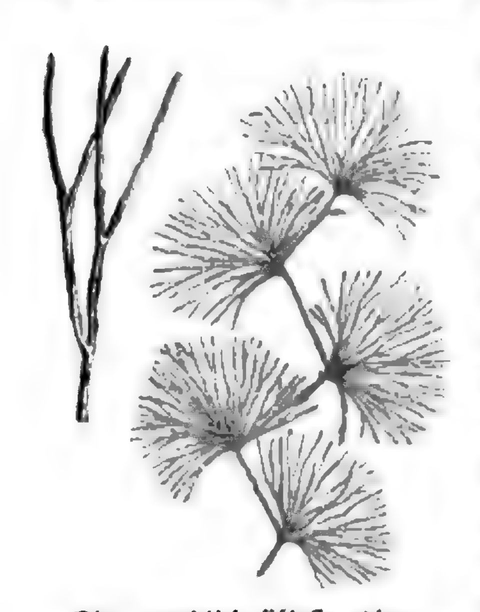
Die Graptolithen sind Reste unbekannter, heute offenbar völlig ausgestorbener Tiere, die wie die Korallen Tierstöcke bildeten. Die oberen drei Figuren (nach Jäkel) stellen (von links nach rechts) Pomatograptus priodon, Pristiograptus colonus und Pristiograptus testis, alle drei aus dem Obersilur, dar, die unteren (ebenfalls von links nach rechts) Monograptus Nilssoni, M. colonus, M. turriculatus (diese drei in natürlicher Größe) und Rastrites Linnaei (ergänzt). Die ältesten Reste von Graptolithen finden sich bereits in der kambrischen Formation.

Nichts kann nun mehr überraschen als das Verhalten der kambrischen Reste diesen Tierkreisen gegenüber. Die kambrische Formation, obwohl die älteste aller versteinerungführenden, bringt mit Ausnahme des Kreises



Der Stammbaum der Tiere nach Häckel.

der Wirbeltiere und des eng damit verknüpften, ohnehin winzig kleinen der Manteltiere bereits Vertreter aller höheren Tierkreise, und darunter solche sogar aus relativ hohen Klassen innerhalb dieser Kreise. Die Pflanzentiere (Coelenterata) sind repräsentiert durch Medusen, von denen wir auf Grund deutlichster Anzeichen wissen, daß sie recht eigentlich den Höhepunkt der ganzen Entwickelung dieses Kreises darstellen. Unter den Gliedertieren begegnen wir in den Trilobiten allerdings noch nicht der Spitze des Stammes, ihn bilden die Insekten, die übrigens, was uns ihre Reste verheimlichen könnte, Landbewohner zu sein pflegen. Immerhin finden wir in den Trilobiten bereits spezialisierte und in ungeheurer Formenfülle auftretende Krebstiere, die z. B. im Bau ihrer Augen (sofern sie solche haben) ganz und gar den höheren Typus auch hier darstellen. Von den Stachelhäutern sind uns Seelilien überliefert, — ganz gewiß nicht die unterste Stufe dieses Kreises —, von den Mollusken Kephalopoden (Tintenfische), die zu den Muscheln und Schnecken innerhalb ihres Stammes sich annähernd verhalten wie die Säuger zu den Wirbeltieren. Wirbeltiere selbst fehlen allerdings, aber sonst ist nahezu alles gleichsam mit einem Schlage da. Der Anhänger der Entwickelungslehre, die sich in jenem „Stammbaum“ ausspricht, fragt sich mit Recht: wie ist das möglich? Und er findet nur die eine Antwort: die kambrischen Schichten können unmöglich wirklich die ältesten organischen Reste der Erde enthalten. Das Tierleben, das sie uns zeigen, muß bereits eine ganz außerordentlich lange Vergangenheit hinter sich haben. Jene



Die angeblich älteste Alge der uns bekannten Erdgeschichte: Oldhamia antiqua aus kambrischen Schichten von Irland.

Diese vermeintliche Urpflanze wurde 1844 von Oldham entdeckt und erfreute sich lange eines großen Ansehens, bis schließlich berechtigte Zweifel laut wurden, ob die betreffenden Reste wirklich von Pflanzen herrührten. Gegenwärtig neigen die kompetentesten Forscher zu der Ansicht, daß es sich nur um einfache mineralische Bildungen handele, die durchaus nichts über das Pflanzenleben jener urgrauen Zeit auszusagen vermögen.

ganze zweifellos ungeheuer ausgedehnte Epoche, in der die Urwesen sich ausbildeten, sich (im Sinne des Stammbaums auf S. 207) in die Pflanzen und die Tiere spalteten, in der weiter dann die Urtiere sich zu Metazoen formten, aus den ältesten Metazoen die Cölenteraten und Würmer und aus den Würmern die Weichtiere einerseits, die Sterntiere und Gliedertiere andererseits hervorgingen, und in der endlich innerhalb der Cölenteraten der einzelne Stammast bis zu den Medusen, innerhalb der Weichtiere bis zu den Cephalopoden (Tintenfischen), innerhalb der Sterntiere bis zu den Seelilien, innerhalb der Gliedertiere bis zu den Trilobitenkrebsen und

innerhalb der Würmer bis zu den schalentragenden Brachiopoden sich heraufgipfelte, — dieser ganze ungeheure Zeitraum muß, was seine direkten organischen Reste anbelangt, irgendwo und wie für uns verloren gegangen sein. Der Schluß liegt nahe genug, daß er einfach seine Reste abgelagert hatte in jenen kolossalen krystallinischen Schiefern (oder wenigstens ihren oberen Schichten), daß aber der Umwandlungsprozeß, den diese ältesten Sedimente erlitten und der sie eben krystallinisch gemacht hat, jede Spur der organischen Formen darin vernichtet habe. Wer der Entwickelungslehre auch nur den kleinen Finger je gereicht hat, der sucht sich umsonst diesem zwingenden Schlusse zu entziehen, — ein Schluß, der natürlich umgekehrt wieder geologisch die Wahrscheinlichkeit riesiger vorkambrischer Sedimente überhaupt steigert und für die Deutung wenigstens eines Teiles der alten krystallinischen Schiefer als — allerdings nachträglich veränderter — Meeresniederschläge spricht und somit das zweite große Argument abgiebt, das oben versprochen wurde.

Wo die Thatsachen schweigen, da beginnt die Phantasie unwillkürlich ihr reges Spiel. Die Wahrscheinlichkeit ist eine leider ziemlich große, daß niemals ein menschliches Auge Reste jener vorkambrischen Fauna und Flora gewahren wird. Unter diesen Umständen sucht der kombinierende Geist wenigstens durch kühnes Schließen ein Schattenbild des Unerreichbaren hervorzuzaubern. Und es läßt sich nicht leugnen, daß die Experimente, die hier gemacht worden sind, eine Hochentfaltung menschlicher Kombinationsfähigkeit enthalten, an der nur der verknöcherte Fanatiker des „Handgreiflichen“ teilnahmlos vorübergehen kann. Es ist die Persönlichkeit Häckels, die sich entscheidend in den Vordergrund stellt, wenn ich den Leser zu einem kurzen Gang durch dieses höchst eigenartige Gebiet auffordere. Häckel ist der erste und lange Zeit einzige gewesen, der auf einem anscheinend weiten, aber im Erfolg doch überraschend fruchtbaren Umwege uns ein Bild der ältesten organischen Entwickelung, vor allem der des Tierreichs, zu entwerfen versucht hat, — ein Bild, das, falls es richtig ist, selbstverständlich eine Art Wiedergeburt jener ältesten, vorkambrischen Organismenwelt verspräche, die kommende wirkliche Funde nur noch bestätigen könnten.

Die Betrachtung dieser Dinge knüpft an etwas an, das früher schon einmal (S. 99 ff.) von mir erwähnt ist, dort aber nicht in seiner ganzen eventuellen Bedeutung ausgearbeitet wurde. Der Leser erinnert sich jenes menschlichen Embryo, der ein tierähnliches Wollkleid und noch früher fischähnliche Kiemen zeigte, — oder jenes Walfisch-Embryo, der statt der Fischbein-Barten echte Zähne in den Kiefern wies. Es ist dort gesagt, daß diese und ähnliche Erscheinungen in der Embryonalentwickelung des

Individuums sich ausnähmen wie eine schattenhafte Wiederholung uralter Vorgänge in der Entwickelung der Art, — ein rasches Durchlaufen von Ahnenstufen, das irgend ein geheimnisvolles Gesetz der Natur vorschriebe. Lange schon hat man sich mit Gedanken über diese wunderliche Erscheinung abgegeben. Lorenz Oken, der phantastische Naturphilosoph, dem der Deutsche trotz aller Verschrobenheit des Mannes doch seine einzige volkstümliche und noch heute interessante Naturgeschichte der Tiere vor der klassischen Leistung Alfred Brehms dankt, betonte mit zuerst den Punkt und behauptete — etwas sehr kühn allerdings in der Form —, daß die individuelle Entwickelung jedes Wesens eine Wiederholung der Ahnenreihe der ganzen Art sei. Damals hatte man aber kaum erst eine Ahnung, welche Fülle seltsamer Erscheinungen ein tieferes Studium der Embryologie überhaupt noch zu Tage fördern werde. Erst als das Material eine gewisse Basis wirklich abgab und gleichzeitig Darwin den Gedanken einer natürlichen Entwickelung aller Organismen auseinander in den Vordergrund aller Debatten gebracht hatte, durfte ein damals junger, aber überaus kenntnisreicher und genialer Zoologe — eben Häckel — die alte Idee wieder aufgreifen und im Detail wissenschaftlich durchzuarbeiten versuchen. 1866, in dem nach jeder Richtung hin bahnbrechenden Buche „Generelle Morphologie“, formulierte er als sogenanntes „biogenetisches Grundgesetz“, daß die Keimesgeschichte oder Ontogenie (d. h. die individuelle Entwickelungsgeschichte jedes Einzelindividuums, z. B. jedes Menschen im Mutterleibe) eine kurze, gedrängte Wiederholung sei der Phylogenie, d. h. der „langen Formenreihe, welche die tierischen Vorfahren desselben Organismus oder die Stammformen seiner Art von den ältesten Zeiten der sogenannten organischen Schöpfung bis auf die Gegenwart durchlaufen haben.“

Wenn dieses Gesetz eine absolute Geltung — ohne irgend welche Einschränkung — hätte, so würde, wie wohl jeder Leser auf den ersten Blick sieht, hier dem Paläontologen ein Hilfsmittel gegeben sein, wie es glänzender nicht gedacht werden kann. Gesetzt, wir wollten die gesamte Vorfahrenreihe des Menschen kennen lernen (die wohl sicher bis in die urgraueste vorkambrische Zeit historisch zurückreicht), so brauchten wir bloß den Embryologen zu Rate zu ziehen, und er würde uns kleine Abbilder aller jener Tierformen, gewonnen aus dem Leibe der toten Schwangeren, handgreiflich vor Augen führen. Durch weitere eifrige Vergleichung der Embryonen aller lebenden Tiere würden wir Tausende und Abertausende von Ahnenbildern erhalten, so daß unsere paläontologischen Lücken sich sehr erfreulicherweise nach und nach vielleicht ganz ausfüllen könnten.

So bequem liegen die Dinge aber nun leider doch nicht, und, obwohl man es ihm fälschlich bisweilen angezweifelt hat, hat das niemand von

Beginn an schärfer betont als gerade der Begründer des „biogenetischen Grundgesetzes". „Die Kette der verschiedenartigen Tiergestalten", sagt Häckel, „welche nach der Descendenztheorie die Ahnenreihe oder Vorfahrenkette jedes höheren Organismus, und also auch des Menschen, zusammensetzen, stellt immer ein zusammenhängendes Ganzes dar. Wir können diese ununterbrochene Gestaltenfolge mit der Buchstabenreihe des Alphabets bezeichnen: A, B, C, D, E u. s. w. bis Z. In scheinbarem Widerspruche hierzu führt uns die individuelle Entwickelungsgeschichte oder die Ontogenie der meisten Organismen nur einen Bruchteil dieser Formenreihe vor Augen, so daß die lückenhafte embryonale Gestaltenkette etwa lauten würde: A, B, D, F, H, K, M u. s. w., oder in anderen Fällen: B, D, H, L, M, N u. s. w. Es sind also hier gewöhnlich viele einzelne Entwickelungsformen aus der ursprünglich ununterbrochenen Formenkette ausgefallen. Auch sind häufig, um bei diesem Bilde des wiederholten Alphabets zu bleiben, einzelne oder viele Buchstaben der Stammformen an der entsprechenden Stelle der Keimformen durch gleichlautende Buchstaben eines anderen Alphabets ersetzt. So finden wir z. B. oft an Stelle des lateinischen B und D ein griechisches B und Δ. Hier ist also die Schrift des biogenetischen Grundgesetzes verändert oder „gefälscht", während sie im ersteren Falle abgekürzt war."

Trotzdem besteht für Häckel kein Zweifel darüber, daß wir durch sorgfältige kritische Sonderung aus der Embryologie oder Ontogenie enorm viel für die Stammesgeschichte (Phylogenie) lernen können. Die kritische Sonderung hat nur vor allem darauf zu achten, wo eine echte Wiederholung der Phylogenie in der Ontogenie auftritt (Häckel nennt das Palingenesis, vom griechischen Paliggenesia = Wiedergeburt oder Wiederaufleben des Alten), und daneben, wo spätere Anpassung eine (der Phylogenie nicht mehr entsprechende) Abänderung der Ontogenie bewirkt hat, z. B. das Ausfallen einzelner Ahnenstufen oder das Einschieben von Stufen, denen keine Ahnenstufe entspricht (Cenogenesis, vom griechischen kenos, fremd und genea, Entwickelungsgeschichte, zu deutsch Störungs- oder Fälschungsgeschichte). So ist es beispielsweise ein cenogenetischer, für unsern Zweck belangloser Prozeß, wenn das Hühnchen als Embryo von einer harten Kalkschale umschlossen ist: niemals kann das auf Vorfahren weisen, die etwa zeitlebens in einer Eierschale gelebt hätten. Dagegen ist es ein höchst bedeutsamer palingenetischer Vorgang, wenn dasselbe Hühnchen im embryonalen Zustand zeitweise Kiemen wie ein Fisch entwickelt: hier spiegelt sich seine alte Abstammung von fischähnlichen, wasserbewohnenden Tieren.

Häckels Gedankengänge sind anfangs in einer ganz tollen und fanatischen Weise angegriffen worden. Aber diese eifrige Opposition hat es nicht fertig gebracht, seine Methode — natürlich in höchst vorsichtiger Anwendung mit unausgesetzter Berücksichtigung des Wechselspiels von Palingenesis und Cenogenesis — zu verdrängen. Und vor allem grade für das Problem, das

uns hier angesichts der Lücke jenseits des Kambriums beschäftigt, hat sich das biogenetische Grundgesetz als eine so überraschend helle Leuchte gezeigt, daß allmählich doch der Chor der Spötter etwas dünn geworden ist. Selbst solche Naturforscher, die Häckels Anschauungen im ganzen unausgesetzt befehden, sieht man an Stellen, wo es ihnen paßt, ganz ruhig bereits sein Gesetz innerhalb der von ihm selbst formulierten Bedingtheit wie etwas Unentbehrliches und nachgerade Selbstverständliches anwenden.

Wir haben im voraufgehenden wiederholt die Kiemenspalten des menschlichen Embryo oder des Hühnchens im Ei erwähnt. Nach dem biogenetischen Grundgesetz würden sie auf eine fischähnliche Vorfahrenstufe des Huhns und des Menschen deuten. Auf eine solche werden wir aber auch durch andere Thatsachen geführt. Der Fisch stellt rein systematisch eine sehr viel niedrigere Wirbeltierstufe dar als Huhn oder Mensch, und es ist einfach anatomisch wahrscheinlich, daß letztere als höhere Entwickelungen von ihm abstammen. Aber auch paläontologisch wissen wir, daß Fische früher auf der Erde gelebt haben, als Vögel und menschenähnliche Säugetiere. Hier würde uns also die Ontogenie eigentlich nur eine Bestätigung geben. Wie aber nun, wenn wir gewisse ganz frühe ontogenetische Stufen auf Tiere deuten dürften, die noch ältere Ahnen des Vogels und Menschen als fischähnliche Tiere darstellten? Da die Fische schon gleich jenseits des Kambriums beginnen, müßte eine Wahrscheinlichkeit bestehen, daß diese so rekonstruierten Urahnen schon im Kambrium oder *noch früher* gelebt hätten. Gelänge es gar, Ahnenstufen dieser Art annähernd festzustellen, die schon als solche kambrischer Familien und Gattungen (z. B. der Trilobiten oder Brachiopoden) angesehen werden müßten (und es leben ja kambrische Gattungen, wie z. B. Lingula, heute noch!), so tauchte in der That vor uns etwas auf *aus jener verlorenen vorkambrischen Fauna*.

Betrachten wir, was die Ontogenie hier wirklich leistet, — immer im Banne des Häckel'schen Gesetzes.

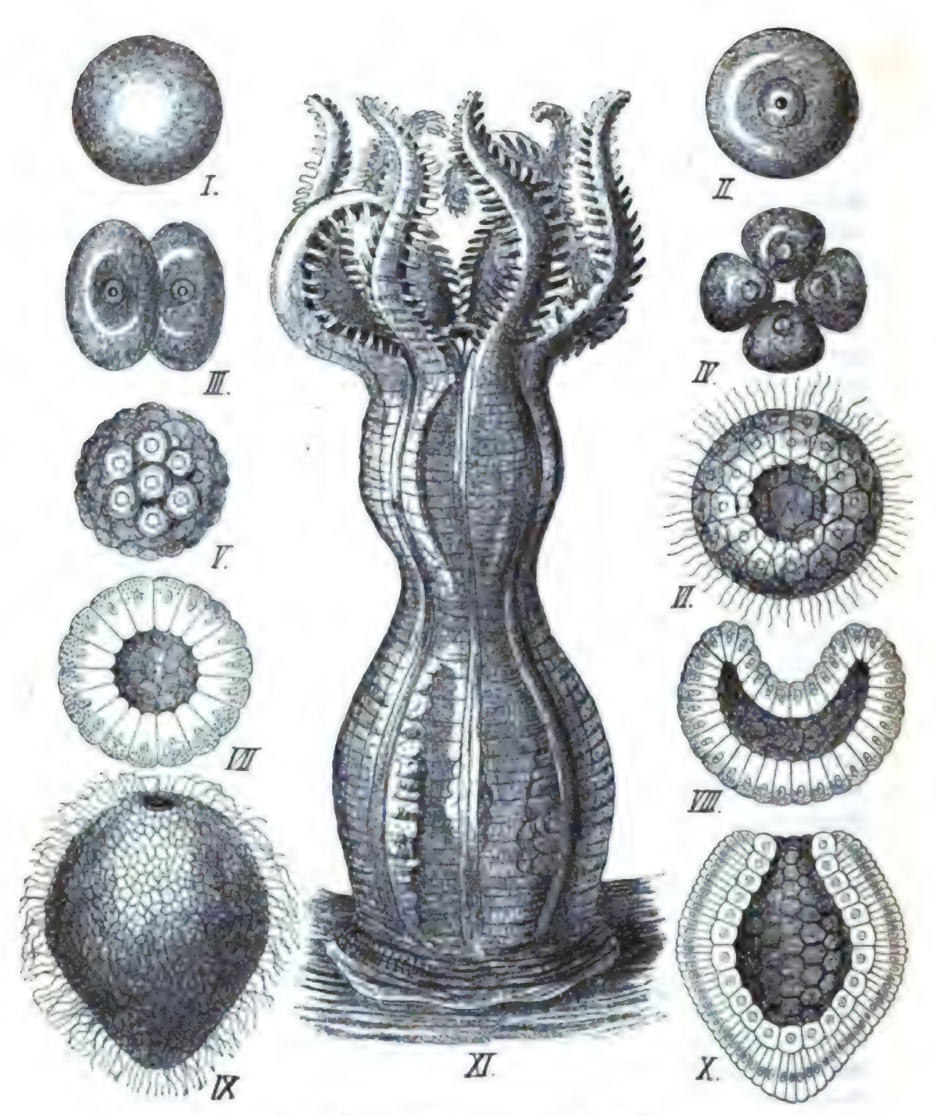
Im Kambrium gab es, wie wir gesehen haben, schon Cölenteraten, und zwar solche, die von unsern heute vorhandenen nicht wesentlich abwichen, z. B. Medusen und, falls die Graptolithen sich hier einordnen, stockbildende, korallenähnliche Formen. Diese Tiere müssen also damals gewissermaßen schon an der Stammbaumecke, wo sie heute stehen (vergl. das Schema S. 207), angekommen gewesen sein, und wenn ihre ontogenetische Entwickelung die Ahnen zeigte, so müssen das ungefähr dieselben Ahnen gewesen sein, die heute noch von den sehr wenig weiter vorgeschrittenen Korallen und Medusen gezeigt werden. In Wirklichkeit müssen alle diese Ahnen aber bereits in vorkambrischer Zeit gelebt haben. Nun wollen wir nachsehen, was heutigen Tages eine solche Koralle etwa für ontogenetische Stufen weist. Da das Gesamttier seit urgrauer Zeit so wenig vom Fleck gekommen, ist am Ende anzunehmen,

daß auch in die Ontogenie sich nicht allzuviel „Cenogenesis“ eingeschoben habe.

Häckel selbst hat bei Gelegenheit seines Besuchs der herrlichen arabischen Korallenbänke, über den er in einem Prachtwerke (Arabische Korallen, 1876) ausführlich berichtet hat, die Ontogenie einer Koralle, der Monoxenia Darwinii, mustergiltig beschrieben und abgebildet (vergl. unser Bild S. 214). Er fand Exemplare dieser bis dahin unbekannten Korallengattung in der Schale eines toten Seeigels, die er in Tur am Roten Meer gesammelt. In den erwachsenen Tieren entdeckte er gleichzeitig zahlreiche Embryonalstufen, so daß eine Feststellung der ganzen frühesten ontogenetischen Entwickelungsreihe ermöglicht wurde. Da sehen wir nun folgendes.

Den Ausgangspunkt der werdenden Koralle, die, erwachsen, trotz ihrer Kleinheit (das Bild ist stark vergrößert) immerhin einen Komplex von recht zahlreichen Zellen darstellt, bildet eine einzige, kernhaltige Zelle. Diese Keimzelle ist allerdings schon bei der Koralle so gut wie beim höchsten Wirbeltier, dem Menschen, das Produkt der Verschmelzung zweier ursprünglicher Zellen: der weiblichen Eizelle und der männlichen Samenzelle. Wie die beiden miteinander verschmelzen, hat man in neuerer Zeit besonders an den Eiern der Seeigel genau beobachtet — die Bilder auf den nächsten Seiten mögen eine ungefähre Anschauung davon geben. Genug: die Ei- und Samenzelle bilden, nachdem ihre Kerne miteinander verschmolzen sind, endlich eine neue Einzelzelle, die Keimzelle. Mit ihr beginnt das Dasein des neuen werdenden Tieres, das zwar ein Produkt aus Vaterzelle und Mutterzelle ist, aber vom Moment der Verschmelzung dieser beiden ab ein selbständiges „Individuum“ wird, — eine Lebenseinheit, wie jeder von uns Menschen (der ja genau ebenso „geworden“ ist) eine darstellt. Nunmehr beginnt in der Keimzelle aber auch sogleich ein nachhaltiges Eigenleben. In der Weise, wie es im noch genaueren Detail das befruchtete Seeigelei auf S. 217 vorführt, teilt die Einzelzelle sich abermals in zwei Zellen, die aber jetzt eng als Teile einer Einheit zusammenhalten. Aus den beiden werden vier, acht u. s. w., bis endlich ein ganzer Klumpen, körnig wie eine Maulbeere, da ist. Damit ist der Rohstoff des werdenden Tieres gegeben. Der nächste Schritt ist ein entscheidender schon zur ersten Organbildung. Das Wort „Organ“, — uns im Leben so geläufig, — besagt in Wahrheit nichts anderes, als daß unter gleichartigen Zellen eines Wesens eine Arbeitsteilung eintritt.

Der Leser vergegenwärtige sich seinen eigenen Körper. Die Zellen des Auges nehmen Lichtreize an. Die Zellen des Ohrs Schallreize. Die Magen- und Darmzellen besorgen die Zersetzung und Aufnahme der Nahrung. Die Zellen der Lunge befassen sich mit der (eigentlich auch ins Gebiet der Nahrung, wenn auch in anderer Art, fallenden) Verarbeitung der Luft, die Zellen bestimmter Teile vermitteln die Fortpflanzung u. s. w.



Die Entwickelungsgeschichte einer Koralle.

Die hier dargestellte Koralle, **Monoxenia Darwinii**, *Haeckel* (Fig. *XI*) gehört zu den einfachsten und wahrscheinlich ältesten Formen der Korallentiere. Die daneben aufgereihten Entwickelungsstufen vom Ei (*I*) bis zum fertigen Tier (*XI*) wurden von ihrem Entdecker Ernst Häckel (bei Gelegenheit seiner Reise nach den arabischen Korallenbänken 1873) sämtlich der Magenhöhle verschiedener geschlechtsreifer Exemplare entnommen. Die Entwickelungslinie, auf die Häckel seine berühmte Gasträa-Theorie aufgebaut hat, zeigt sich hier in schönster Form. Die einfache Keimzelle (*I* und *II*) beginnt sich bei *III* zu teilen, bis endlich bei *V* ein Zellenhaufen (**Morula**) entstanden ist. Durch Ansammlung von Flüssigkeit im Innern wird der Zellhaufen zur Blase mit geschlossener Zellenschicht als Wand (**Blastula**), wie *VI* von außen, *VII* im Durchschnitt zeigen. In die Blase senkt sich oben (bei *VIII* im Durchschnitt gesehen) eine Grube ein, bis endlich bei *IX* (und *X* im Durchschnitt) eine doppelwandige Keimform mit Mundöffnung entsteht (**Gastrula**). Durch Festhalten des bis dahin durch Flimmerhaare beweglichen Keimes am Boden und Ausbildung der Fangarme rings um die Mundöffnung entwickelt sich das fertige Tier *XI*.

(Nach Häckels Prachtwerk „Arabische Korallen“, Berlin bei G. Reimer.)

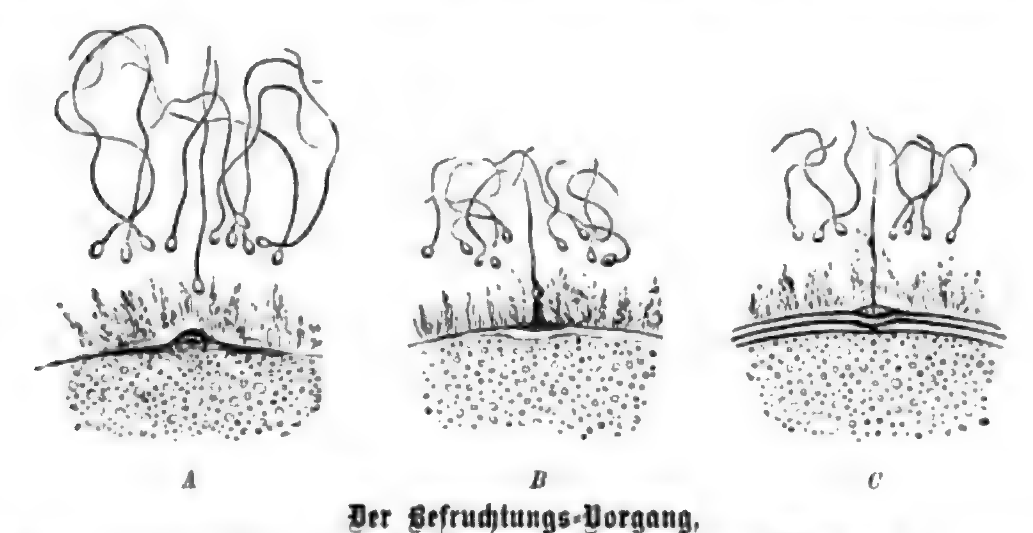
Den ersten Schritt zu dieser Differenzierung sehen wir nun auf S. 214 in den Figuren VI—X. Der Zellklumpen, Fig. V, den ich oben mit einer Maulbeere verglichen habe, füllt sich zunächst im Innern mit Flüssigkeit, so daß die Zellen nach außen gedrängt und genötigt werden, die Wand einer Blase zu bilden, — eine Wand, die aus einer einzigen Zellenschicht besteht. Nunmehr beginnen im Sinne jener Arbeitsteilung eine Anzahl oben gelegene Zellen gewissermaßen eine Rebellion. Sie senken sich, so daß in der Blase eine Einstülpung entsteht, etwa so, wie wenn ein Mensch seinen Finger in einen Gummiball, dessen Luft gleichzeitig durch irgend welche Poren ausströmen kann, kräftig eindrückt und eine Höhlung erzeugt (Fig. VIII). Der sichere Erfolg dieses Einsinkens ist zum Schluß, daß die früher oben aufliegenden Zellen zu einer Doppelwand des Ganzen (Fig. X) führen, mit einer oberen Öffnung, die bei der Einstülpung unvermeidlich ist. Scheinbar eine Spielerei, hat dieses ganze Stülpkunststück doch etwas sehr Wichtiges geschaffen: aus dem wüsten Maulbeerhaufen ist ein Embryostadium mit einem Mund und zwei Wandschichten geworden. Funktioniert jetzt die innere Zellenschicht bloß noch als Verdauungsapparat (Magen) für die durch den Mund einströmende Nahrung, die äußere aber als „Haut", d. h. als Schutzmantel und — durch ausgestreckte Flimmerhaare — als Bewegungsmittel im Wasser, so ist die Arbeitsteilung — die „Organisierung" — in primitivster Fassung endgiltig angebahnt. Selbst für den Laien ist mit den Begriffen „Mund", „Haut", „Magen" der Umriß eines „Tieres" gegeben, und da die Form Fig. IX und X auch frei sich im Meere zu tummeln beginnt, so sieht sie beinah „tierischer" aus als das, was nachmals wieder daraus wird. Denn nicht lange und es setzt sich das Stadium Nr. IX, X mit dem untern Ende am Meeresboden oder sonstwo fest, um den Mund erwachsen Fangarme zum Ergreifen der Nahrung, Geschlechtsprodukte werden abgesondert — und die endgiltige Monoxenia ist fertig, wie sie Fig. XI zeigt, — eine Koralle, im Prinzip gebaut wie jede andere, — ein fest am Fleck haftendes „Pflanzentier" aus dem Kreise der Cölenteraten, wie es aller Wahrscheinlichkeit nach die kambrische Epoche schon ganz genau so kannte.



Zwei Samenfäden des Menschen.
Jeder dieser winzigen, nur 0,05 mm langen Fäden, die in großer Menge die reife Samenflüssigkeit erfüllen, stellt eine einzelne zur Befruchtung des weiblichen Eies ausreichende Zelle dar. Man unterscheidet den sogenannten Kopf (*k*), das Mittelstück (*m*) und den Schwanz (*s*). Die beiden Figuren zeigen Samenfäden in verschiedenen Ansichten bei 500maliger Vergrößerung. In der Flüssigkeit bewegen sich die einzelnen Samenfäden lebhaft durch schlängelnde Bewegungen vorwärts. Den Vorgang der Befruchtung selbst zeigt S. 216.
(Nach O. Hertwig.)

Nehmen wir an, daß im Falle unserer Monoxenia das biogenetische Grundgesetz einschränkungslos in Kraft träte, so dürften wir wohl sagen:

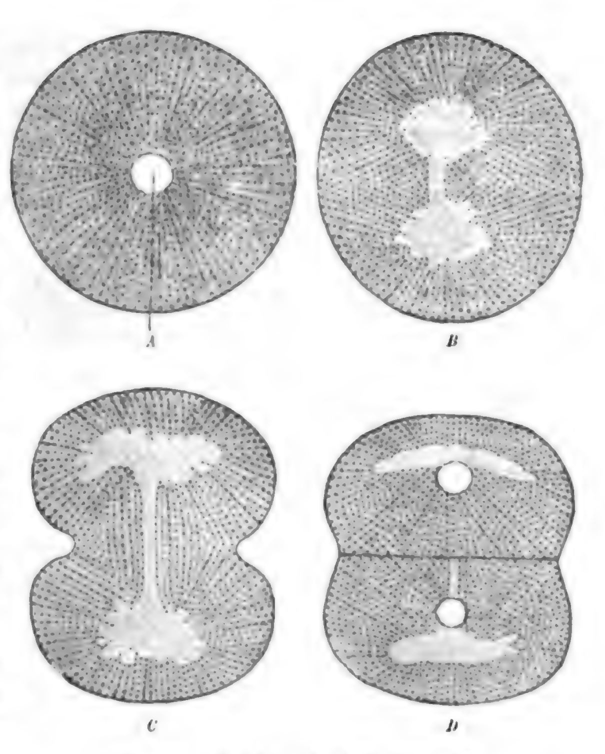
alle diese Keimformen von Fig. I bis X sind **kambrische Ahnenbilder**. Wir müßten uns die Ahnenreihe folgendermaßen vorstellen. Die älteste Stufe bildeten einzellige Wesen, bloß aus **einer Zelle mit Kern** bestehend (Fig. II; die kernlose Stufe, Fig. I, wollen wir als angezweifelt beiseite lassen). Aus ihnen gingen durch Selbstteilung, aber Zusammenhalten zwei-, vier- und achtzellige Wesen hervor bis zu einem Tiere, das einen Zellenklumpen entsprechend dem Maulbeerstadium auf Fig. V darstellte. Das nächste Tier hatte die Gestalt einer hohlen Blase. Dann begann die Arbeitsteilung, die Freßzellen senkten sich nach innen, die äußere Zellschicht funktionierte nur noch als Haut und Bewegungsorgan (letzteres, indem diese Zellen feine Flimmerfortsätze entsandten, die den ganzen Körper im



Der Befruchtungs-Vorgang,
dargestellt an dem Beispiel des Eies eines Seeigels.

Der Befruchtungs-Vorgang läuft beim Seeigel wie bei jedem beliebigen höheren Tiere (also auch beim Menschen) einfach hinaus auf die Vermischung eines kleinen Teilchens männlicher Samen-Substanz mit der Substanz des weiblichen Eies. Die männliche Samen-Substanz nähert sich dem Ei in Gestalt zahlreicher sogenannter „Samenfäden" (auch „Samentierchen" genannt). Von diesen Samenfäden stellt jeder eine einzelne Zelle dar, ebenso wie das weibliche Ei einer solchen entspricht. Verschmelzen die beiden Zellen, eine männliche und die weibliche, miteinander, so ist der Anstoß zur Entwickelung eines neuen Wesens gegeben: die Befruchtung hat erfolgreich stattgefunden. Bei den Seeigeln läßt sich das Detail jener Verschmelzung sehr deutlich verfolgen, da hier die durchsichtigen Eier sowohl wie die Samenfäden ins Meerwasser entleert werden und sich erst dort, außerhalb des väterlichen und mütterlichen Organismus, vereinigen. Die Figuren *A*, *B*, *C* zeigen, wie der Akt vor sich geht. Unten sieht man einen Teil des gewölbten Eies in sehr starker Vergrößerung, oben die noch viel kleineren Samenfäden. Diese Fäden bestehen aus einer Art Kopf, einem Mittelstück oder Hals und einem dünnen Schlußfaden, wie das besser noch auf der Figur S. 216 zu sehen ist. Höchst merkwürdige pendelnde Bewegungen verleihen den Samenfäden die Möglichkeit, gleichsam auf die Eizelle los- und um sie herumzuschwärmen. Das Ei selbst ist von einer weichen, leicht durchgängigen Gallerthülle umgeben. Im Augenblick nun (Fig. *A*), wo ein erster vorangeeilter Samenfaden mit dem Kopf die Eioberfläche berührt, erhebt sich der Stoff (Protoplasma) der Eirinde zu einem kleinen Hocker, dem sogenannten Empfängnishügel. Getrieben von den pendelnden Bewegungen des Fadenendes, bohrt sich sogleich der Kopf des Samens in den Hügel ein (Fig. *B*), um endlich ganz in der Eimasse zu verschwinden (Fig. *C*). Da zur Befruchtung lediglich ein einziger Samenfaden nötig ist, so überzieht sich im Moment, da dieser erste glücklich eingedrungen, die Eikugel mit einer feinen Haut, die das weitere Eindringen von Samenfaden unmöglich macht. Die Fortsetzung des Befruchtungsvorganges ist dann ein rein im Innern des Eies sich vollziehender Prozeß. Der Kopf des Samenfadens schwillt zu einem Bläschen, einem „Samenkern", auf. Der Samenkern und der schon vorher im Ei vorhandene Eikern wandern in der Eimasse einander entgegen und verschmelzen endlich zu dem eigentlichen „Keimkern", wie ihn die Fig. *A* auf S. 217 zeigt.

(Die Bilder *A*, *B*, *C* nach Fol.)



Die ersten Vorgänge im befruchteten Ei.

Als Beispiel ist hier wie auf den Figuren S. 216 das durchsichtige Ei eines Seeigels (in sehr starker Vergrößerung) gewählt. Die Vorgänge schließen sich unmittelbar den dort gegebenen an. Aus der Verschmelzung des Samenkopfes und des ursprünglichen Eikernes ist (Fig. *A*) in der Mitte der Eikugel der Keimkern entstanden, um den sich das Protoplasma der übrigen Eimasse zu Strahlen angeordnet hat. Der erste weitere Schritt zur Neubildung des werdenden Tieres besteht jetzt in einer Teilung der einen Eizelle in zwei gesonderte Hälften, deren jede einen eigenen Kern besitzt. Die Figuren *B*, *C* und *D* zeigen, ohne daß Worte nötig wären, deutlich, wie sich das vollzieht. Bei *D* sind aus der einen Zelle thatsächlich zwei geworden. Diese beiden werden in der Folge genau nach demselben Prinzip in vier zerfallen, diese in acht u. s. w., wozu der Leser wieder die Figuren I bis V auf S. 214 und die ganze Figurenreihe auf S. 223 vergleichen möge. Die Vergrößerung bei den vier Bildern oben beträgt das 300fache der Naturgröße.

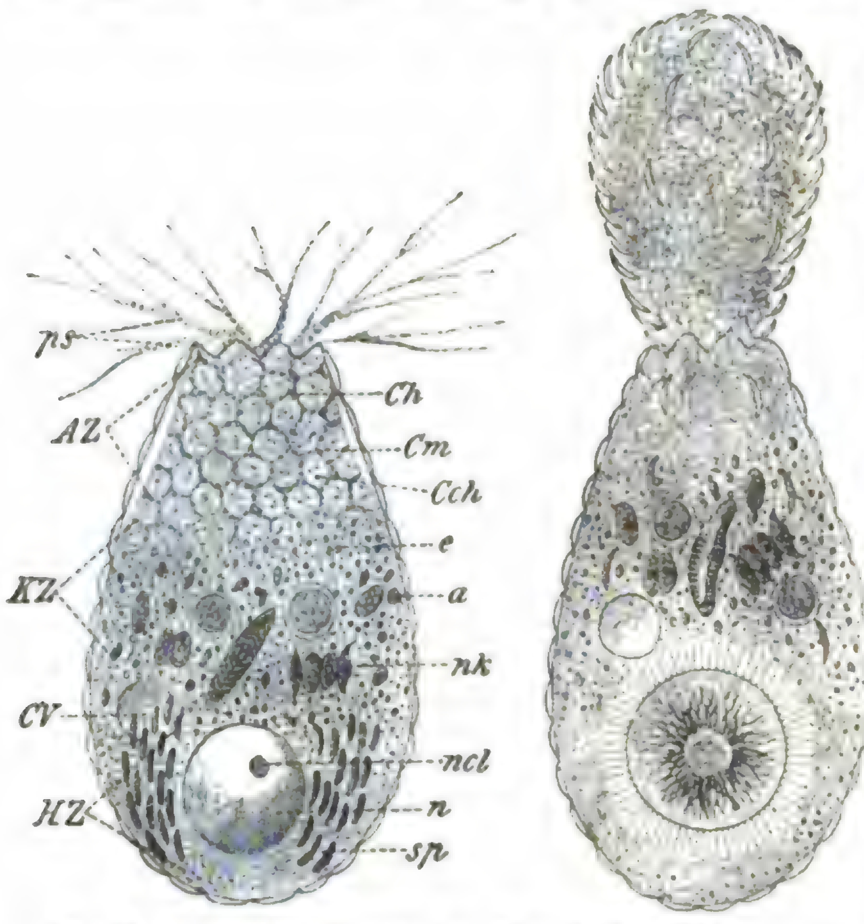
(Nach O. Hertwig.)

Wasser rasch dahinwirbelten) — und ein erstes echtes Metazoon war geschaffen, das aus Haut, Magen und Mund bestand, also im eigentlichen Sinne ein „Tier“ war. Daß dieses Tier sich irgendwo festsetzte, Fangarme um den Mund ausbildete und „Monoxenia“ wurde, d. i. ein echter Cölenterat, eine Koralle, — das war Erfolg einer sehr naheliegenden Anpassung.

Aber haben wir ein Recht, hier den ontogenetischen Prozeß so grob zu verallgemeinern? Häckel ist der Ansicht, daß wir dieses Recht allerdings haben, und zwar aus folgenden Gründen.

Es ist selbstverständlich für die Scheidung der palingenetischen und cenogenetischen (gefälschten) Prozesse von höchster Wichtigkeit, wie viele Tierarten in ihren Embryonalstadien auffällige Ähnlichkeit zeigen. Je mehr Tiere eine gleiche Embryonalentwickelung besitzen, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit, daß hier echte Tradition sei (Palingenesis), — eine Tradition, die zugleich auf einen tiefen stammesgeschichtlichen Zusammenhang aller jener Formen weist, die da noch ontogenetisch sich ähnlich sehen.

Häckels Meinung ist nun keine geringere als die, daß sich die ersten Stufen (Fig. I bis X), die jene kleine Koralle in ihrer Ontogenese (Ei-Geschichte)*) bietet, durch alle Metazoen-Stämme in ewiger Wiederkehr verfolgen lassen bis zur höchsten Spitze, bis zum Menschen hinauf, und daß wir also in ihr ein wahres Abbild einer aus den Urtieren (Protozoen) ansteigenden Ahnenreihe vor Augen haben, die notwendig bereits lange vor der kambrischen Zeit auf der Erde gelebt haben muß. Der Verfolg dieser Spekulationen hat zu der vielgenannten und anfangs vielverleumdeten Gasträa-Theorie geführt, die, nachdem sie angeblich so und so oft von findigen Köpfen „ad absurdum" geführt, d. h. „als Unsinn nachgewiesen" worden war, gegenwärtig sich unbestrittenes Bürgerrecht in den angesehensten Lehrbüchern der Embryologie (z. B. dem von Hertwig) erworben hat und längst aus dem Stadium der ganz vagen Hypothese heraus ist.



Ein Urtier aus der Gruppe der Wurzelfüßer (Rhizopoden) im Akte der Fortpflanzung durch Selbstteilung.

Links sieht man das fertig ausgebildete Tier Euglypha alveolata in 700maliger Vergrößerung. (*ch* Protoplasmamaschen, *ps* sogenannte Pseudopodien oder Scheinfüßchen, die zum Heranziehen der Nahrung dienen, *n* Zellkern mit *ncl* Kernkörperchen, *nk* Nahrungskörper, *sp* Reserveschalenplättchen.) Rechts beginnt die Teilung in der Form, daß ein Teil des Protoplasma aus der Schalenöffnung austritt und die Reserveschalenplättchen mitführt. Die Fortsetzung des Prozesses zeigen die folgenden Bilder. (Text S. 222.)

Das unterste Stadium, das uns die Entwickelung der Monoxenia vorführt, ist die einzelne, kernhaltige Zelle. Von diesem Stadium ist mit

*) Das Wort „Ei" kann, sobald es in die Debatte gerät, für den Laien die Quelle vielfacher Mißverständnisse werden. Er denkt naturgemäß dabei an das Hühnerei. Grade das Hühnerei ist aber ein außergewöhnlich komplizierter Einzelfall. Zur Vermeidung der Irrtümer ist deshalb auf der Seite 221 eine Abbildung mit eingehender Erläuterung gegeben, mit deren Hilfe (unter Vergleichung mit dem Bilde S. 23) der Leser sich leicht orientieren kann.

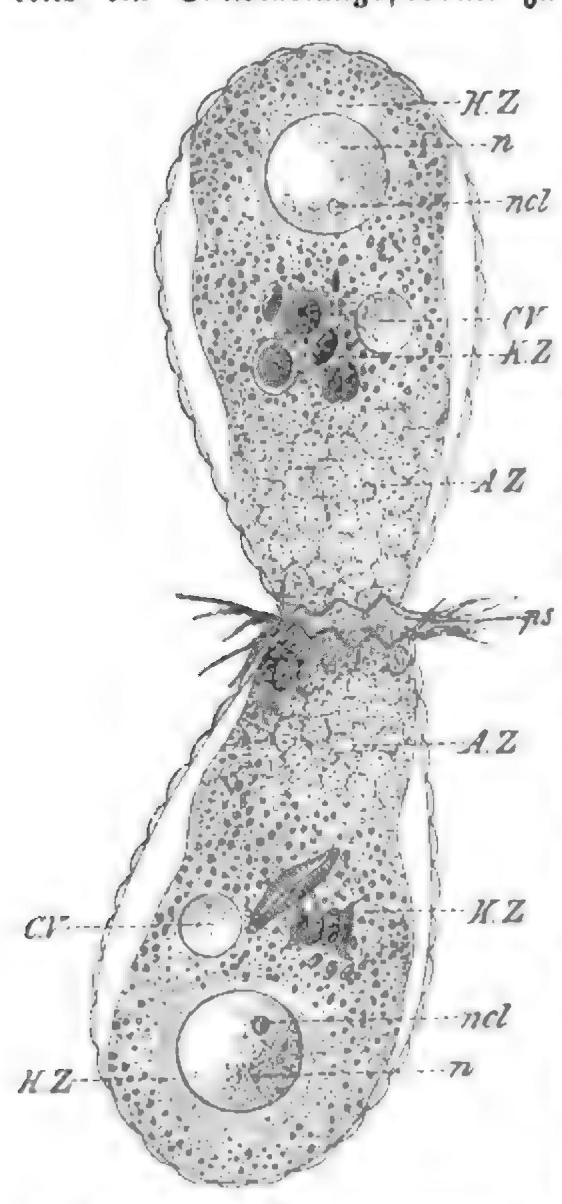
keinen Mitteln zu leugnen, daß es das Anfangsglied sämtlicher ontogenetischen Entwickelungen bei allen Tieren der Welt bildet. Ja man darf weiter gehen und sagen, daß auch alle Pflanzen ihren individuellen Ausgangspunkt von hier nehmen. Im Sinne des biogenetischen Grund-



Weiterer Teilungsprozeß der Euglypha.
(Vergl. das gegenüberstehende Bild.)
Man sieht, wie vor allem jetzt der Zellkern anfängt, sich ebenfalls zu teilen. Den Abschluß des Ganzen zeigt die Figur auf der nächsten Seite.

gesetzes heißt das: alle höheren Organismen stammen von einzelligen Wesen als äußersten Urahnen ab. Wir haben oben (S. 80) in der abgebildeten Amöbe ein solches Wesen kennen gelernt, das heute noch massenhaft existiert. In der vorkambrischen Zeit, so müssen wir uns denken, sind ähnliche Geschöpfe ebenfalls bereits vorhanden gewesen und aus ihnen sind durch fortgesetzte Anpassung nach der einen Seite die Pflanzen, nach der andern die Tiere hervorgegangen. Die Betrachtung

der heute noch lebenden Einzelligen ermöglicht uns übrigens noch einen Schritt weiter zurückzugehen. Der Kern, den die Amöbe zeigt, scheint bereits ein Entwickelungsprodukt zu sein. Gewisse lebende Protoplasmaklümpchen, die Häckel zuerst beschrieben und Moneren genannt hat, entbehren noch dieses Kerns und dürften also unveränderte Nachkommen einer den Amöben noch voraufgehenden Urform sein. Eine Zeit lang glaubte man sogar, in der ontogenetischen Linie auch dieses Stadium noch wiederzufinden. Nach Verschmelzung der Eizelle und Samenzelle sollte die fertige Keimzelle für kurze Zeit ihren Kern verlieren, was denn in der That als eine echte Parallelstufe zur Monere gedeutet werden konnte; genauere Forschung ist dieser Annahme aber nicht günstig gewesen, und Häckel selbst legt heute kein Gewicht mehr darauf (Natürliche Schöpfungsgeschichte, 8. Auflage S. 497), sondern glaubt, daß die kernlose Stufe durch einen cenogenetischen Vorgang (abgekürzte Vererbung) in der Ontogenie verloren gegangen sei. Uns mag genügen, daß wenigstens die Amöbenform überall, vom Seetang bis zum Eichbaum, vom Wurm bis zum Menschen in der Ontogenie wiederkehrt. Da wir nun zum Glück die Amöbe als solche auch noch lebend kennen, so haben wir denn trotz aller mangelnden Überlieferung (und wie sollten sich nackte Amöben überhaupt, selbst in guten Schichten, überliefert haben!) eine Form mit ihr gewonnen, von der wir sagen können: sie muß wohl in vorkambrischer Zeit bereits vorhanden gewesen sein.



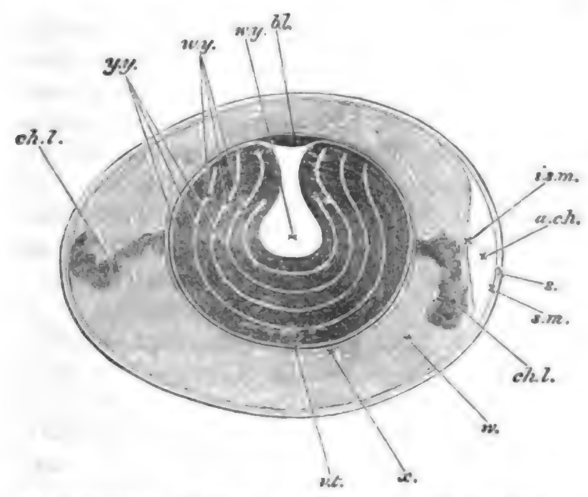
Der Abschluß des Teilungsprozesses der Euglypha.

(Vergl. die Bilder auf den voraufgehenden Seiten.)

Die eine Kernhälfte hat sich völlig von der andern gelöst und ist in die neue Zellmasse übergesiedelt. Beide Zellen sind jetzt gleichwertig. Bei *ps* beginnen sie beide Scheinfüßchen zum Zweck des Nahrungsuchens zu entwickeln, worauf die endgiltige Trennung in zwei selbständige Tiere erfolgt.

Diese Ur-Amöbe wird sich jedenfalls nicht anders als die heute vorkommenden Arten in der Weise fortgepflanzt haben, daß sie sich in zwei Hälften auseinanderschnürte, deren jede dann ein neues Tier darstellte. Im Prinzip sehen wir das genau wiederkehren bei der Keimzelle jedes beliebigen

Tieres. Ein Blick auf die Entwickelung der Monoxenia zeigt es grob, sehr viel deutlicher aber wird es durch die vier Bilder S. 217 mit denen die anderen S. 218, 219, 220, die den echten Teilungsprozeß einer nächsten



Ein unbebrütetes Hühnerei, der Länge nach durchgeschnitten.

Der Leser betrachte zum besseren Verständnis dieser Figur zunächst noch einmal genau das auf S. 23 dargestellte Ei aus dem Eierstock des Menschen. Ungeheuer vergrößert, wie es uns dort entgegentritt, stellt es doch nichts anderes dar, als eine einfache kernhaltige Zelle, wie deren ähnliche zu Milliarden unsern ganzen Leib zusammensetzen; es ist dieser Zelle bloß das als Besonderheit verliehen, daß sie nach der Befruchtung (vergl. die Bilder S. 216) im stande ist, einen ganzen neuen Organismus von abermals Milliarden von Einzelzellen aus sich hervorgehen zu lassen. (Über das „Wie" belehren die Bilder S. 217 u. a.) Wie das Ei des Menschen auf jenem Bilde, so sehen in allen wesentlichen Zügen die eigentlichen Eier aller anderen Tiere aus, auch das anfängliche Ei am Eierstock des Huhnes. Nun hat aber zufällig für unseren gewöhnlichen Sprachgebrauch sich der Begriff „Ei" im engeren Sinne gern an das f e r t i g e, g e l e g t e H ü h n e r e i, das uns ein so wichtiges Nahrungsmittel geworden, angelehnt. Dieses hartschalige, dotterreiche Hühnerei ist aber in Wahrheit schon ein weit komplizierteres Produkt als das eigentliche „Ur-Ei", dem das werdende Hühnchen an sich seinen Ursprung so gut verdankt, wie im Eierstock des Weibes der werdende Mensch. Schon am Eierstock lagert sich in der Eizelle des Huhnes eine überaus große Masse teils gelber, teils weißer Substanz ab, die zu Ernährungszwecken bestimmt ist und „Nahrungsdotter" genannt wird. Sie giebt der Eizelle eine weit über jene winzigen Verhältnisse des Menscheneies hinausgehende Größe. Ehe aber das Ei den Körper des Muttertieres verläßt, d. i. „gelegt" wird, macht es noch weitere Veränderungen durch: der Eidotter wird mit Eiweiß, einer Schalenhaut und endlich der soliden Kalkschale umgeben, letztere offenbar ein reines Schutzmittel der Natur, um die ungestörte Entwickelung des Inneneies auch außerhalb der Mutter zu ermöglichen. Der schließliche Erfolg ist, daß sich beim Längsschnitt durch das fertige Ei das obenstehende Bild ergiebt. Bei *bl* liegt als kleiner weißlicher, oft mit dem Ausdruck „Hahnentritt" bezeichneter Fleck die sogenannte Keimscheibe, gewissermaßen der einzige „lebendige" Rest der ursprünglichen Eizelle, der, nachdem jener S. 217 dargestellte Teilungsprozeß stattgefunden, allein der Schauplatz der Entwickelung des werdenden Hühnchens bleibt. *wy* ist der weiße Dotter (teils als centrale Masse, teils schichtenweise verteilt) und *yy* der gelbe Dotter, beide lediglich ein vorsorgendes Nahrungsmaterial jenes aus *bl* hervorwachsenden Hühnchens. *vt* ist die Dotterhaut, *x* die erste, festeste Eiweißschicht, die sich nach den Polen des Eies in die sogenannten Hagelschnüre *ch l*, zwei spiralige Stränge, fortsetzt. *w* ist die teils dichtere, teils flüssigere Hauptmasse des Eiweiß. Am stumpfen Pol des Eies liegt die Luftkammer *a ch*, ebenfalls (der Atmung wegen) eine wichtige Vorsorge für das spätere Hühnchen. *ism* endlich bedeutet die innere, *sm* die äußere Schicht der Schalenhaut und *s* die solide (bloß für den Eintritt der Luft mit feinsten Kanälchen durchsetzte) Kalkschale.

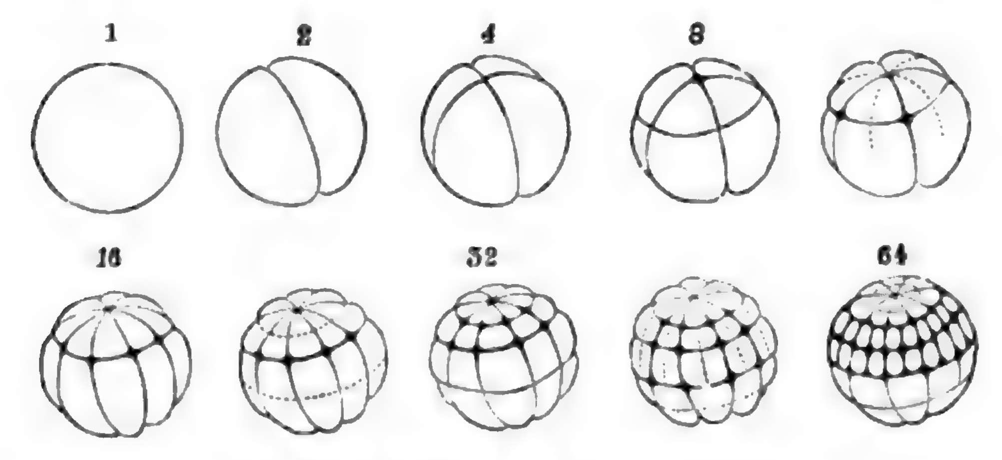
(Das Bild nach A l l e n T h o m s o n, etwas verändert von O s k a r H e r t w i g.)

Verwandten der nackten Amöbe darstellen, verglichen werden können; die dargestellte Euglypha ist insofern schon etwas über die nackte Amöbe vorgeschritten, als sie eine Art von Schale besitzt, — der Teilungsprozeß wird aber dadurch nicht beeinflußt. Was dem ontogenetischen Prozeß bloß eine gewisse Sonderart zu geben scheint, ist, daß die beiden neu entstandenen Zellen eng beisammen bleiben und dieses Verhältnis auch nicht ändern, wenn die Teilung weitergeht und schließlich zur Bildung eines ganzen Zellhaufens führt (Fig. V bei der Monoxenia). Und doch macht uns die heute noch vor Augen stehende Natur leicht, zu begreifen, daß auch hierin sich ein historischer Vorgang aus der Ahnenzeit spiegelt. Zunächst ist auch dieser Schritt von der einzelnen Keimzelle zum Zellklumpen (nach seiner Ähnlichkeit mit einer Maulbeere Morula genannt) ein Prozeß, der allen Metazoen gemeinsam ist, also für echte Palingenesis spricht; im Detail ist die Art der Zellteilung eine etwas verschiedene wie z. B. die Serie von Froscheiern auf S. 223 zeigt, wo die Teilung eine ungleiche ist; aber der Schritt von der Keimzelle zur Morula vollzieht sich im Prinzip auch hier. Auf der anderen Seite kennen wir, genau wie die Amöbe für die Keimzelle, so lebende Zellklumpen, die echte, fertige Tiere darstellen, als denkbar beste Parallele für die Morula. Es sind Zellkolonien, aus einer Urzelle durch Teilung entstanden, aber nicht voneinander gelöst (meist verbindet eine Gallerte die Gesellschaft), so daß der Ausdruck Synamoebium (Amöbengenossenschaft) sehr gut darauf paßt. Solche Arten sind Cystophrys, Microgromia, Collozoum, Sphaerozoum u. a. Übrigens finden sich analoge Formen auch in der allerniedrigsten Pflanzenwelt, so daß man wohl annehmen könnte, daß bis zum Synamoebium Tiere und Pflanzen noch gemeinsame oder wenigstens formal gleiche vorkambrische Ahnen besessen haben.

Die nächsten Stufen unserer Monoxenia (Nr. VI—X) sind dann etwas schwerer zu enträtseln. Dennoch stützt sich grade auf sie die eigentliche Gasträa-Theorie. Das Stadium VI, VII, in dem der Zellenklumpen (Morula) sich inwendig mit Gallert oder wässeriger Flüssigkeit füllt, so daß die Zellen statt eines Klumpens die einschichtige Haut einer Blase bilden, wird als Blastula (Blasenform des Keimes) bezeichnet.

Schon der Altmeister der modernen Embryologie, Karl Ernst v. Bär, sah sich 1828 auf den Satz geführt, daß „beim ersten Auftreten vielleicht alle Tiere gleich und hohle Kugeln“ seien. Was er meinte, war die Blastula, für deren weite Verbreitung er allerdings noch kein Material besaß, wie wir es heute kennen. Es war auch nicht ganz richtig, daß alle Tiere in diesem Stadium vielleicht „gleich“ seien. Mancherlei cenogenetische Prozesse, wie wir sie ja bei der Morula schon sich anbahnen sehen — besonders die aus Anpassungsgründen für viele Tiere nötig gewordene Ausbildung eines riesigen Nahrungsdotters (vergl. das Bild vom Hühnerei auf S. 221) —, haben in die einfache Urform der Blastula vielfach Ver-

schiebungen gebracht, die berücksichtigt werden müssen, wenn jener Satz genau formuliert werden soll. Gleichwohl aber bleibt sein Grundgedanke wirklich zu Recht bestehen, wie man auch die Dinge wenden möge. Vor allem giebt es in sämtlichen Metazoen-Kreisen einzelne Tiere, die ganz oder nahezu in derselben schönen Weise, wie es unsere Monoxenia S. 214 zeigt, eine echte Blastula entwickeln, also sich von aller Cenogenesis frei zu erhalten gewußt haben. Da finden wir Pflanzentiere (außer Korallen, wie eben der Monoxenia, auch Medusen, Schwämme u. a.), Würmer (vor allem den seltsamen Pfeilwurm, Sagitta), niedere Weichtiere, eine Menge Sterntiere und Manteltiere, ein paar niedere Gliedertiere und, was sehr wichtig ist, auch ein einziges Wirbeltier, allerdings das unterste von allen, den sogenannten Lanzettfisch (Amphioxus lanceolatus). Bei dem Keimstadium



Der Furchungsprozeß im Ei des Frosches.

Entsprechend dem auf den Figuren S. 217 eingeleiteten Zerfallprozeß, der die Keimzelle in zwei Zellen halbiert u. s. w., löst sich das Ei in einen Klumpen von Zellen auf. Die Details dieser Auflösung sind übrigens im einzelnen bei den verschiedenen Tiergruppen ziemlich verschiedene, was das äußere Bild anbelangt. So sehen wir auch hier beim Frosch eine sogenannte inäquale Furchung sich einstellen: gewisse protoplasmareichere Zellen am oberen Pol des Klumpens teilen sich schneller als andere, die mehr reine Dotterstoffe, d. h. Reservematerial der späteren Ernährung des Embryo im Sinne des S. 221 erörterten fertigen Hühnereies enthalten. Im Prinzip bleibt sich aber überall die Art, wie die Entwickelung auf „Teilung" beruht, gleich.
(Das Bild nach Ecker.)

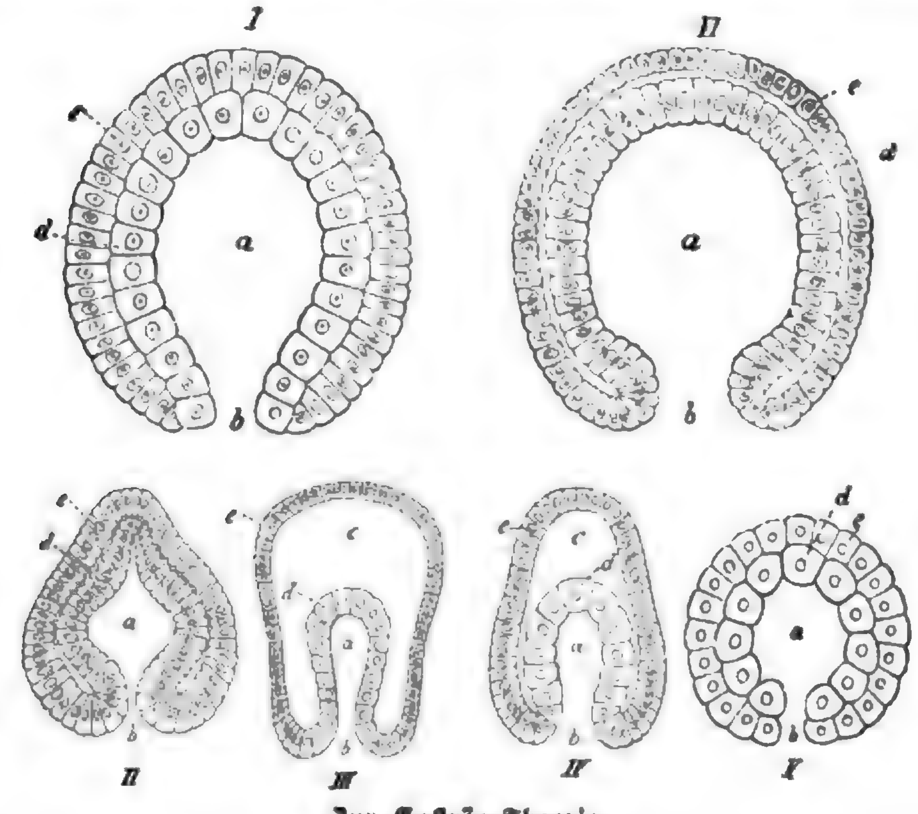
aller anderen Metazoen, das auf die Morula folgt, ist es im Detail durchweg vollkommen möglich, die Blastula wenigstens wieder zu rekonstruieren, wenn man gewissen gruppenweise wiederkehrenden cenogenetischen Störungen, deren Anpassungszweck vor Augen liegt, Rechnung zu tragen weiß.

Ohne besondere Kühnheit dürfen wir somit auch hier die Ontogenie zur Rekonstruktion einer vorkambrischen Urform der Metazoen verwerten. Dieses indirekt wiedererschlossene Tier, das, der Blastula entsprechend, Blastaea genannt werden kann, muß im Prinzip gebaut gewesen sein, wie etwa die bereits frei schwärmende, durch Flimmerhaare der Zellen im Meere fortbewegte Blastula unserer Monoxenia, also eine hohle Blase mit einschichtiger Zellwand ohne Mundöffnung gebildet haben. Wie bei der Morula, so wird uns auch hier die Vorstellung von diesem längst ver-

schollenen, wahrscheinlich völlig versteinerungsunfähigen und vielleicht winzig kleinen Geschöpf erleichtert durch die Fortexistenz lebender Urtiere (Protozoa), die noch heute den Typus der Blastäa so gut wie unverändert bewahrt zu haben scheinen, denen man aber ohne jenen ontogenetischen Schlüssel nicht ansehen könnte, auf welche stattliche Geschlechterfolge sie zurückblicken. Dahin gehören z. B. die Volvocineen oder Kugeltierchen, die schon der alte Leuwenhoek vor 200 Jahren entdeckt hat. Sie bilden in unseren Sümpfen 1/2 bis 3/4 mm dicke grüne Kügelchen, deren jedes eine hohle, innen mit Wasser gefüllte Blase mit gallertig verkitteten Zellen als Wand darstellt. Geißelfäden, von den Zellen ausgesandt, bewegen, genau wie es bei der Blastula niederer Tiere geschieht, die Zellenkolonie als Ganzes vorwärts. Ein anderes vortreffliches Blastäa-Beispiel aus dem Meerwasser hat Häckel 1869 bei der Insel Gis-Oe in Norwegen entdeckt und Magosphaera planula genannt. So sind wir denn, alle diese Daten zusammenfassend, abermals um eine Gruppe vorkambrischer Tiere reicher.

Die nächste Keimstufe der Monoxenia (S. 214) ist die interessanteste von allen. Es ist die vielgenannte Gastrula (von Gaster = Magen, also zu deutsch so viel wie Magen- oder Darmlarve). Sie unterscheidet sich, wie schon oben ausgeführt ist und die Bilder zur Genüge zeigen, von der Blastula sehr wesentlich durch die doppelte Zellwand und die Mundöffnung. Bei den Gastrula-Larven, die, wie die der Monoxenia und zahlreicher anderer niederer Tiere, bereits ein selbständiges Leben führen und sich frei mit Hilfe ihrer Flimmerhaare im Meere herumtummeln, begreift man auch sogleich, daß diese Wandlung eine fundamentale in den Funktionen bedeutet: die äußere Zellschicht dient nach dem Prinzip der Arbeitsteilung als „Haut“, sie empfindet und bewegt, die innere, durch die Mundöffnung allein mit der Außenwelt in Berührung, nimmt Nahrung auf und verdaut, wobei der eigentliche Nährsaft natürlich durch die Zellwände hindurch auch frei in den Zellen der Außenschicht cirkuliert und diesen die entsprechende Gegenleistung zum Ersatz für Schutz und Bewegung schafft. Dieses Verhalten der Gastrula in den genannten Fällen giebt den Schlüssel dafür, wie ein Urabkömmling der Blastula, den wir mit Häckel Gastraea nennen wollen, sich entwickelt haben könnte. Daß ein solcher aber als echter weiterer Ahne der Metazoen in der vorkambrischen Zeit wirklich gelebt habe, wird uns durch die weitere Verfolgung des Gasträa-Stadiums in der Ontogenie aller Metazoen nahe genug gelegt. Hier grade hat Häckel in umsichtigster Weise die Thatsachen zusammengestellt und gedeutet. Wie die Blastula, so ist auch die Gastrula natürlich bei einer größeren Anzahl von Tieren cenogenetisch verändert. Aber das Glück will, daß auch hier eine Reihe von Formen aus allen Metazoenkreisen die echte Tradition so vortrefflich bewahrt haben, daß die Zurückführung auch der veränderten Gastrula-Arten auf die typische, der Monoxenia etwa ent-

sprechende, in glänzendster Weise gelingt. Das Bild hier unten zeigt uns im einfachen schematischen Längsschnitt eine Anzahl noch unverkennbarer Gastrulä aus sechs verschiedenen Metazoenkreisen. Dabei sei besonders auf die Fig. VI hingewiesen, die auch hier die echte Form (nur mit ganz unwesentlicher Abweichung) bei einem Wirbeltier zeigt, — abermals jenem seltsamen Amphioxus, der von allen lebenden Wirbeltieren zweifellos den ältesten Formen, aus denen die andern (zunächst die Fische) hervorgegangen

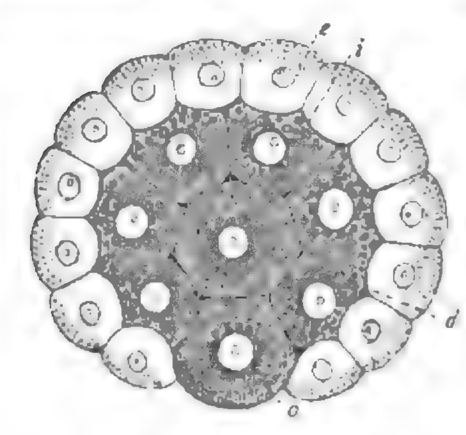


Zur Gasträa-Theorie:
die Gastrula (eine bestimmte, oben im Text beschriebene Keimform) bei Vertretern von sechs verschiedenen Tierstämmen:
I. Pflanzentier (Gasträade, Gastrophysema). Nach Häckel.
II. Wurm (Sagitta). Nach Kowalevsky.
III. Stachelhäuter (Seestern, Uraster). Nach A. Agassiz.
IV. Gliedertier (Krebs). Nach A. Agassiz.
V. Weichtier (Teichschnecke, Limnaea). Nach K. Rabl.
VI. Wirbeltier (Lanzettfisch, Amphioxus). Nach Kowalevsky.
Alle Figuren sind im Längsschnitt schematisch dargestellt. *a* bedeutet Urdarmhöhle, *b* Urmund, *e* äußere Zellschicht oder Exoderm (Hautblatt), *d* innere Zellschicht oder Entoderm (Darmblatt).

sind, noch am nächsten steht und wahrscheinlich selbst (aus unten noch zu erörternden Gründen) eine Reliquie aus kambrischer oder vorkambrischer Zeit darstellt. Bei den höheren Wirbeltieren ist der ontogenetische Prozeß der Gastrula-Bildung in einer sehr komplizierten Weise cenogenetisch verschoben. So ist z. B. die Gastrula der Säugetiere, wie das S. 226 dargestellte Stadium des Kaninchens deutlich zeigt, zwar im Grundbau noch wohl erkennbar aus den beiden charakteristischen Zellschichten zusammengesetzt (*e* und *i*); ebenso ist der Mund bei *o* bemerkbar; den bei der echten Gastrula

leeren Innenraum füllt aber eine große Zelle (*d*) aus und eine zweite (*o*) verstopft die Mundöffnung. Immerhin besteht auch hier kein Zweifel, daß die typische Gastrula ursprünglich zu Grunde lag.

Die vorkambrische Gasträa, deren Bild uns, falls das biogenetische Grundgesetz Häckels recht hat, die echte Gastrula z. B. der Monoxenia vor Augen führt, scheint keine ganz direkten unveränderten Vertreter mehr bis auf unsere Tage hinterlassen zu haben. Wenigstens sind bis jetzt keine Tiere entdeckt worden, die in fertig entwickeltem Zustand zweischichtige, mit einem Munde versehene und frei schwimmende Geschöpfe darstellten. Wenn man allerdings bedenkt, daß die Gastrulalarven zumeist winzig klein sind, so ist nicht ausgeschlossen, daß auch echte Gasträen heute noch existieren, aber infolge ihrer Kleinheit zufällig noch nicht entdeckt sind. So ist man in neuerer Zeit bereits auf ein paar kleine Tiere aufmerksam geworden, die, wenn auch nicht die echte Gasträa, doch nur ganz wenig veränderte „Gasträaden“ darstellen. Ihr Körper bildet einen Schlauch mit zweischichtiger Zellwand, der mit dem untern Ende festgewachsen ist und in die Zellen seiner Hautschicht allerlei feste Körperchen (Schwammnadeln, Radiolarienschalen, Sandkörner) als Stütze aufnimmt, wodurch allerdings äußerlich ein etwas vom Gastrula-Typus abweichendes Bild geschaffen wird. Im Grunde aber hat Häckel zweifellos recht, wenn er diese Wesen, die sonst nirgendwo recht unterzubringen sind (Prophysema primordiale u. a.) als „Gasträaden der Gegenwart“ bezeichnet und als letzte direkte Ausläufer jenes hypothetischen Urkreises der Metazoen, den die vorkambrische Gasträa bildete, beansprucht. Gewisse Tiefsee-Schwämme reihen sich ebenfalls ganz nahe hier an, und wenn man das Bild einen kleinen Schritt weiter treibt, sich den Mund einer solchen bereits festgewachsenen und in der Struktur der Hautschicht etwas veränderten Gasträade mit Fangarmen zum Ergreifen der Nahrung ausgestattet denkt, so kommt man allen Ernstes schon auf ein längst allbekanntes Pflanzentier, den S. 131 abgebildeten niedlichen Süßwasserpolypen (Hydra), dessen Organisation lediglich in den paar genannten Punkten die der Gasträa überragt.



Zur Gasträa-Theorie:
die Gastrula (eine bestimmte, im Text S. 225 beschriebene Keimform) beim Kaninchen.

Das Bild giebt einen Längsschnitt durch die Achse. Man gewahrt bei *e* die Zellen des Exoderms (äußere Schicht der echten Gastrula), bei *i* die der inneren Schicht oder des Entoderms. Bei *d* füllt eine große Entodermzelle den bei der normalen Gastrula hohlen Innenraum, bei *o* eine ebensolche den dort offenen Mund aus. Über das Detail vergl. Text S. 225. (Das Bild nach Häckel.)

Die Kette der vorkambrischen Organismen, die uns die Ontogenie erschließt, ist mit dem Typus der Gasträa, des „Urdarmtieres“, nicht

erschöpft. Wenn wir sehen, daß im Kambrium so relativ hochentwickelte Metazoen wie Brachiopoden, Medusen, Seelilien und gar Kephalopoden (Tintenfische) und Trilobiten (Krebse) auftreten, so muß jenseits der ersten Metazoenstufe, wie sie die Gasträa darstellt, noch eine lange Kette vermittelnder Zwischenformen in vorkambrischen Tagen existiert haben. Im Sinne des oben bereits mitgeteilten Stammbaumes, dessen Grundzüge in dieser Allgemeinheit heute kaum noch bezweifelt werden, muß man annehmen, daß die Gasträaden sich schon früh in zwei grundlegend verschiedene Gruppen teilten. Die eine, zu der uns eben die noch lebenden Formen, wie Prophysema und Hydra sehr gut den Weg zeigen, setzte sich fest am Meeresboden und führte so zu den Tiergruppen, die wir heute als Schwämme und Polypen bezeichnen. Diese Gruppen, in Zusammenfassung den Pflanzentieren (Cölenteraten) beigezählt, haben sich ziemlich sicher unabhängig voneinander aus Gasträaden der festwachsenden Art entwickelt. Der Schwamm, wie ihn z. B. in jenem Hornskelett, das wir als Badeschwamm benutzen, jeder kennt, stellt nach Häckels Auffassung nichts anderes dar, als einen Tierstock, der sich aus zahlreichen solchen kleinen Gasträa-Personen zusammensetzt. Auf der anderen Seite ist die an ihrem Teichlinsenblatt festhaftende Hydra, der Süßwasserpolyp, eine einzelne Gasträa, die sich festgesetzt und Fangarme entwickelt hat. Aus ihr haben sich, wie es scheint, zwei echte Polypenformen entwickelt, von denen jede einer Medusengruppe als Ausgangspunkt gedient hat. Noch heute lehrt die Ontogenie der meisten Medusen im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes, daß der Polyp älter ist als die Meduse.

Aus den Eiern von Medusen (Quallen) sehen wir zunächst ganz im Sinne der Monoxenia-Entwickelung die frei schwimmende Gastrula hervorgehen (vergl. das Bild S. 228 Fig. 1—3). Diese Gastrula setzt sich aber am Boden fest, und es entsteht ein regelrechter Polyp, genau wie die Monoxenia (auf dem Bilde Fig. 4—8). Indessen dieser Polyp schnürt sich in der Folge in einer höchst überraschenden Weise ein, und indem er wie eine losgerissene Blüte die Qualle sich abheben und frei schwimmen läßt, beweist er, daß er doch eigentlich bloß ein nach dem biogenetischen Grundgesetz wiederholter Ahnentypus ist, — nebenbei bemerkt einer, der durch cenogenetische Abkürzung bei **einigen** Medusen bereits total verschwunden ist, also, wie man sagen möchte, kein absolutes „Muß“ mehr ist, sondern nur erfreulicherweise für unsere phylogenetischen Studien sich vielfach erhalten hat.

Da wir nun in den Ablagerungen des ältesten Kambriums bereits echte Medusen finden, so muß der ganze Weg von der Gasträa bis zu dieser Krone des Cölenteratenkreises **damals** schon vollendet gewesen sein. Und so dürfen wir getrost das vorkambrische Meer bevölkern mit Tieren, die unseren heutigen Polypen bis selbst zu ihren kompliziertesten Formen hinauf glichen.

1 2 3 4 5 6 7 8

9 10 11



12 13 14

Die Entwickelung einer Meduse (Aurelia aurita).

Figur 1—3 die Larve vermittelst der feinen Wimpern frei schwimmend; 4 die Larve hat sich festgesetzt; 5, 6, 7 und 8 Entwickelung der Fangarme; 9 Einschnürung des Tieres; 10 weitere Einschnürung und Scheibenbildung; 11 die gebildeten Scheiben trennen sich; 12, 13 und 14 Entwickelung einer solchen Scheibe zur vollständigen Meduse. (Über die Deutung dieses seltsamen Prozesses vergl. Text S. 227.)

Die zweite, jener festwachsenden parallele Entwickelungsform der Gasträa muß, wie alle uns gegebenen anatomischen und ontogenetischen Details nahe legen, sich einer kriechenden (resp. gradeaus schwimmenden) Lebensweise angepaßt haben. Damit wurde im Gegenteil zu dem festsitzenden Polypen die Tendenz zu einer zweiseitigen, vorne mit einem Mund und hinten mit einem After versehenen Körperform gegeben. Als Typus dessen, was herauskam, mag der Wurm gelten, ein Begriff, der allerdings zoologisch ungeheuer dehnbar ist. Der Laie wird sich aber doch im Gegensatz zum Polypen (er denke z. B. an die Seerosen unserer Aquarien) einigermaßen mit dem Worte, so wie es ihm grob vorschwebt, orientieren können, — Detail ist ja an dieser Stelle nicht nötig. Daß Würmer bereits am kambrischen Strande in Schweden ihre Kriechspuren hinterlassen haben, ist oben gesagt. Aber der ungeheure Formenkreis dieser Gasträanachkommen muß sehr viel früher schon existiert haben. In derselben kambrischen Epoche hatte er sich ja schon zu einem seiner jedenfalls höchsten Zweige spezialisiert, den in Schalen hausenden Brachiopoden. Aber noch mehr! Nach Häckels Ansicht, die heute kaum noch irgendwo angezweifelt wird, sind die fünf höchsten Metazoenstämme: die Sterntiere oder Stachelhäuter, die Glieder-, Wirbel-, Mantel- und Weichtiere, alle fünf eigentlich auch nur als große Zweige desselben Wurmstammes zu betrachten. Da nun von diesen fünf Stämmen zum mindesten drei im Kambrium bereits da sind, kann man sich einen Begriff machen, wie groß die vorkambrische Wurmfülle schon gewesen sein muß. An einer Stelle können wir die Masse dessen, was damals schon existiert hat, besonders deutlich verfolgen. Wir haben von den Trilobiten-Krebsen gehört. Innerhalb der heute lebenden Krebse (also Gliedertiere) nehmen die Trilobiten allerdings einen relativ tiefen Rang ein. Aber um vom einfachen zweiseitigen Wurm, wie er aus der Gasträa hervorging, bis zu einem solchen Trilobiten zu kommen, war trotzdem der enorme Weg nötig, daß die niederen Würmer sich erst zu der hohen Klasse der Ringelwürmer (Annelida) entwickelten, der Gruppe, die uns durch den Regenwurm und Blutegel am geläufigsten ist. Erst aus diesen heraus war überhaupt eine trilobitenartige Gestaltung denkbar. Um diese zu erreichen, war aber abermals ein so weiter Schritt etwa über ein Tier wie den Blutegel weg nötig, wie er vielleicht zwischen Gasträa und Blutegel gelegen hatte. Zahllose Generationen von Ringelwürmern müssen im vorkambrischen Meere sich ausgelebt haben, ehe das möglich war. In vieler Hinsicht noch komplizierter müssen die Dinge bei den Weichtieren gelegen haben, obwohl sie da weniger durchsichtig sind. Wenn Häckels provisorischer Stammbaum recht hat, so mußte hier erst aus Wurmtieren eine Gruppe vorkambrischer Urweichtiere hervorgehen, aus diesen die Schnecken und dann erst, als Krone hier des ganzen Stammes, die Cephalopoden oder Tintenfische, — eben die Tiere, die das Kambrium bereits zeigt.

Es mag mit der Zuverlässigkeit der Stammbäume (Häckel hat oft genug betont, daß sie „provisorisch" seien) im einzelnen sich verhalten, wie es will: so viel wird der Leser gesehen haben, daß eine wissenschaftlich geregelte Phantasie Anhaltspunkte genug hat, um die vorkambrische Welt nicht nur überhaupt, sondern sogar mit vielen ganz bestimmten Wesen zu beleben: Amöben, Synamöbien, Blastäen, Gasträen, Polypen, Urwürmern, Anneliden, Schnecken u. s. w. Möglich ist es, daß jeder Tag uns da noch weiter bringt. Auch der Kreis der Wirbeltiere, dem wir Menschen selbst angehören, ist aller Vermutung nach aus dem der Würmer parallel zu Weich- und Gliedertieren hervorgegangen. Es liegt wenig Grund vor, ihm einen sehr viel jüngeren Ursprung zu geben als jenen. Allerdings sind im Kambrium bisher keine Reste etwa von Fischen entdeckt worden. Sollte es aber geschehen, so würde darin kaum etwas Überraschendes liegen. Wir müßten dann annehmen, daß geheimnisvolle Übergangsglieder zwischen Würmern und Fischen schon im Vorkambrium existiert hatten. Das niedrigste lebende Wirbeltier, der Amphioxus, besitzt einerseits noch alle Merkmale eines solchen Übergangs, andererseits ist er von so weicher Beschaffenheit, daß paläontologische Reste von ihm und seinesgleichen überhaupt nicht zu erwarten sind.

Ich denke mir, daß der Leser genügend gemerkt hat, daß ich ihn auf den letzten Blättern durch ein Gebiet geführt habe, auf dem die (allerdings streng geregelte) Phantasie einen weiten Spielraum hat. Immerhin handelt es sich auch hier um tiefe und ernste Fragen, die nicht etwa mit leichtfertigem Aburteilen über die Phantastik „Häckelscher Stammbäume" abgethan werden können. Solches Aburteilen entspringt durchweg nicht der Überlegenheit, sondern der gänzlichen Unwissenheit vor diesen Dingen. Die Grundlinien dessen, was Häckel schon 1866 in seiner „Generellen Morphologie" und 1872 in seiner „Monographie der Kalkschwämme" für diese stammesgeschichtlichen oder phylogenetischen Probleme als Wegzeiger aufgestellt, sind, im Gegensatz zu aller gehässigen Phrase, in den letzten zwanzig Jahren so auffallend bestätigt worden, daß auch der ehrliche Gegner stutzig werden sollte. Wenn man dazu bedenkt, daß z. B. der von Häckel eingeschlagene Weg für den Fall endgiltiger Versteinerungsleere der krystallinischen Schiefer rein methodologisch der einzige bleiben wird, der uns je einen Einblick in die vorkambrische Organismenwelt der Erde verschaffen kann, so sollte man in engen wie weiten Kreisen diesen kühnen Pionierarbeiten das denkbar größte Entgegenkommen lieber erweisen, anstatt daß man gegen sie, wie es wiederholt in gröblicher Form geschehen ist, den Vorwurf des Unwissenschaftlichen schleudert. Der Begriff der „exakten Wissenschaft" faßt sich nicht so einfach in ein paar Paragraphen am grünen

Tisch. Die Deutung der chemischen Beschaffenheit gewisser Sterne mit Hilfe der Spektralanalyse so gut wie die Enträtselung eines scheinbar „handgreiflichen“ Petrefakts, wie es etwa der Archäopteryx von Solnhofen darstellt: sie werden nicht erlangt ohne eine große Zuthat subjektiver Meinungen, die mit einigem Rechte immerhin als „Phantasie“ bezeichnet werden können, — wobei dieses Wörtchen Phantasie aber keinerlei gehässige Bedeutung zu umschließen braucht. Als Häckel seine Versuche begann, die vorkambrische Fauna zu rekonstruieren auf Grund der ontogenetischen und anatomischen Thatsachen, wie sie die jetzt lebende Organismenwelt noch bietet, stach sein Thun hervor als der Kampf mit dem Unmöglichen. Seitdem sind eine Masse Mitarbeiter hinzugekommen, und die ganze Arbeit erscheint jetzt wie der oft hindernisreiche, aber ebenso sehr auch aussichtsreiche Abbau eines in glücklicher Stunde angelegten Bergwerks, an dessen Schätzen kein Mensch zweifelt, wenn auch die Methode bisweilen schwankt. Der Besonnenere erfreut sich vor solchem Falle der glücklichen Intuition zur rechten Stunde. Wissen wir doch, daß nichts in der Welt, auch die Intuition nicht, vom „Himmel fällt“, sondern daß alles das Produkt einer — wenn auch oft unbewußten — Verwertung ernsthaft geleisteter Arbeit ist.

Die Silur- und Devon-Formation
und das erste Auftreten der Wirbeltiere auf der Erde.

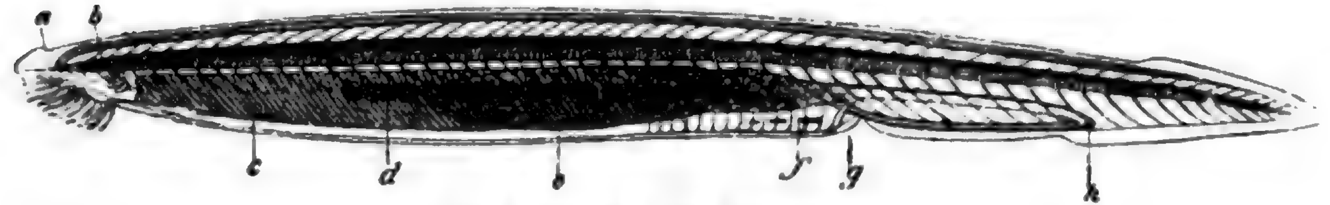
Die Überschrift nennt das Entscheidende, das die beiden ersten Weltepochen jenseits der grauen kambrischen Zeit auszeichnet und zugleich verknüpft. Unter den Versteinerungen erscheinen die ersten Reste von Wirbeltieren, und zwar von solchen niedriger Art, aus der Gruppe der Fische. Der Stamm der Wirbeltiere hat ein ungeheures Interesse für uns. Denn der Mensch selbst ist ein Wirbeltier. Als dieser Typus angelegt wurde, da schlug recht eigentlich auch die Schöpfungsstunde des Menschen. Und unwillkürlich muß sich der Blick, indem er jener Epoche nahe kommt, konzentrieren auf dieses ihr wichtigstes Ereignis.

Das Wort „Wirbeltier“ giebt auch dem Laien einen scharfen Begriff. Indem er an die Wirbel denkt, erscheint vor ihm das Bild eines festen Rückgrates. Dieses Rückgrat umschließt das Rückenmark, also das Wesentlichste des Nervensystems, während die übrigen Organe, vor allem die der Verdauung, an der Unterseite dieser Hauptachse liegen. Man nehme einen Käfer — und man entdeckt den diametral verschiedensten Bau: der Haupt-

nervenstrang liegt an der Bauchseite (Bauchmark), und statt der gegliederten Knochenröhre des Rückenmarks findet sich eine eigentümliche Verhärtung der ganzen Außenseite des Körpers (Hautskelett), die den Käfer (oder man mag noch besser vielleicht sich an den Krebs erinnern) so „solid“ macht. Beim Regenwurm, beim Tintenfisch, bei der Qualle, beim Seeigel, bei der Schnecke: überall sucht man in gleicher Weise vergebens jene charakteristischen Züge des „Wirbel“-Tieres. Weder die Schale der Schnecke noch der Stachelpanzer des Seeigels, noch auch die innere Sepia-Platte des Tintenfisches haben die entfernteste Ähnlichkeit mit dem Rückenskelett des Menschen oder des Vogels oder der Eidechse. Es war etwas fundamental Neues, was die Natur mit diesem hervorgebracht. Und wenn wir den Hergang des Entstehens irgendwie geschichtlich begreifen wollen, so müssen wir in der Reihe der Wirbeltiere immer grade dieses Organ rückwärts zu verfolgen suchen.

Wir werden sogleich belohnt dafür, indem sich uns eine Folge der einzelnen Wirbeltierklassen ergiebt, die entschieden sehr bedeutsam ist. Seit alters unterschied man bei den Wirbeltieren (den eigentlichen Namen schuf Lamarck) gewisse große Gruppen: das behaarte Säugetier, den befiederten Vogel, die schuppige Eidechse, den mit Flossen schwimmenden Fisch. Genauere Prüfung der Verhältnisse ergab dann in ähnlicher Weise, wie wir es im vorigen Kapitel bei den großen Typen der Tiere überhaupt gesehen haben, die Notwendigkeit einer Vermehrung dieser rohesten Abteilungen. Zuerst war es eine Pflicht, das, was Linné als „Amphibien“ bezeichnet und zwischen Vögeln und Fischen als dritte Klasse eingeschoben hatte, in zwei echte Klassen zu zerlegen: die wirklichen Amphibien (Frösche, Kröten, Molche, Kiemenmolche u. a.) und die (ihrer Entwickelungsart nach fundamental verschiedenen) Reptilien (Schildkröten, Eidechsen, Schlangen, Krokodile). Von Häckel wurde 1866 zum erstenmal mit Nachdruck betont, daß auch die „Fische“ in vier wahre Klassen zerfielen: die eigentlichen Fische, die Molchfische (Dipneusta oder Dipnoi), die Rundmäuler (Cyclostomata), zu denen unsere allbekannten schmackhaften Neunaugen gehören, und endlich die Schädellosen (Acrania), die der geheimnisvolle Amphioxus als einzige Gattung vertritt. Es ist denkbar, daß die Trennungsversuche selbst hier nicht stehen bleiben werden. Von den Vögeln wird man die Urvögel (Archaeopteryx) leicht loslösen können, von den Reptilien ebenfalls gewisse ausgestorbene Formen, von den Säugetieren die eierlegenden Schnabeltiere. Diese Dinge brauchen uns hier indessen nicht viel zu behelligen. Das Interessante an der ganzen Skala ist, daß von einer gewissen Ecke ab nach unten zu grade das Typische am Wirbeltier, das Skelett, vor allem eben die Wirbelsäule, gewissermaßen immer weicher wird. Aus festem Knochenstoff geht sie in Knorpel über. Ganz zuletzt hört dann das, was ihren Namen geschaffen hat, die Einteilung in einzelne Wirbel, vollends auf, die

starke, blasige Knochenanschwellung des Vorderendes, die wir als Schädel bezeichnen, verschwindet, und es zeigt sich eben bei jenem Amphioxus lediglich nur noch ein gallertig-knorpeliger Stab, die sogenannte Chorda dorsalis, zu deutsch: Rückensaite. Es liegt auf der Hand, anzunehmen, daß der Amphioxus auch geschichtlich wirklich die älteste Wirbeltierform sei und daß aus ihm die Rundmäuler (Neunaugen) und aus diesen erst die höheren, festknochigeren Wirbeltiere sich entwickelt haben möchten. Diese Vermutung wird besonders auch noch dadurch gestützt, daß bei sämtlichen



Das niedrigste aller Wirbeltiere:

der Lanzettfisch (Amphioxus lanceolatus).

Das ganze Tier ist 5 bis 6 cm lang, von schwach rötlich durchscheinender Farbe und im Umriß einem beiderseits zugespitzten Blatte ähnlich. Gliedmaßen sind nicht vorhanden, nur ein schmaler Flossensaum zieht sich über den Rücken und bildet hinten eine ovale, lanzettförmige Schwanzflosse. An Stelle des Rückgrats oder der Wirbelsäule findet sich bloß (bei *a*) ein dünner knorpeliger Strang, der sogenannte Achsenstab oder die Chorda dorsalis. Über der Chorda und mit dieser in die häutige Chordascheide (Perichorda) eingeschlossen liegt (bei *b*) das Markrohr, das unserm Rückenmark entspricht, aber vorne wie hinten fast gleichmäßig spitz zuläuft, während bekanntlich unser Mark sich vorne zum Gehirn verbreitert, das der (hier ebenfalls völlig fehlende) Schädel umgiebt. Ein kleiner schwarzer Fleck in der Nähe der vorderen Spitze scheint ein Auge zu sein, eine Grube mit Flimmerhaaren der linken Seite ein Geruchsorgan; ein Gehörorgan fehlt anscheinend vollkommen. Unter der Chorda verläuft der Darm, vorne mit einer Mundöffnung, die 20 bis 30 Knorpelfäden (Tastorgane) umgeben, hinten (bei *h*) mit einer Afteröffnung. Dieser Darm, durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften geteilt, dient zwei ganz verschiedenen Zwecken: vorne als Kiemenkorb der Atmung, hinten als eigentlicher Darm der Verdauung. Zum Atmen wird Wasser durch den Mund aufgenommen, das zwischen den Knorpelstäben der Darmwand in die Leibeshöhle abläuft und durch eine besondere Bauchöffnung, den Porus abdominalis (bei *g*), wieder entleert wird. Die mit dem Wasser eingeschwemmten Nahrungsstoffe (Infusorien, Diatomeen u. a.) werden in dem hinteren Darmteil verdaut, wobei ein taschenartiger Blindsack (*e*) als einfachste Form der Leber funktioniert. Ein eigentliches Herz ist nicht vorhanden, statt dessen pulsieren die dünnen, röhrenförmigen Blutgefäße selbst und treiben das farblose Blut durch den Körper. Auch von den Nieren findet sich nur eine ganz primitive Ur-Anlage. Die Geschlechtsprodukte werden aus kleinen Säckchen der Bauchhöhle entleert, fallen in den vorderen, durchbrochenen Teil des Darmes und gelangen durch den Mund ins Freie. Die Art, wie das befruchtete Ei sich entwickelt, ist auf S. 235 (Text S. 234) zur Darstellung gebracht. Wenn nicht alle Zeichen trügen, so haben wir im Amphioxus, der zahlreich die seichten Ufer aller Erdteile bewohnt, ein ziemlich treues Bild der ältesten Wirbeltiere aus kambrischer oder vorkambrischer Zeit vor Augen, — jener Wirbeltiere, die noch eine auffällige Verwandtschaft mit Würmern zeigten und aller Wahrscheinlichkeit nach aus irgend einer Gruppe des vielgestaltigen Kreises der Würmer hervorgegangen waren.

Wirbeltieren oberhalb der Neunaugen bei der frühen Keimanlage, beim Embryo auf einer gewissen Stufe, zuerst eine gallertige Chorda solcher Art sich entwickelt. Nach dem früher erörterten sogenannten biogenetischen Grundgesetze, demzufolge die Keimesstufen der Tiere in den meisten Fällen Abbilder der wirklichen Ahnenstufen darstellen, muß das auf eine Abstammung von Urwirbeltieren deuten, die gleich dem Amphioxus bloß eine Chorda dorsalis besaßen, und der Amphioxus selbst würde uns zugleich ein gutes Bild jener ältesten Stammformen noch lebend vorführen.

Wir wollen einen Moment bei diesem seltsamen Tiere, das uns jetzt so entscheidend in die Debatte gerät, verweilen. Seitdem man angefangen hat, die Systeme auf darwinistischen Grundlagen aufzubauen, ist der Amphioxus in den Ruf des nahezu interessantesten Wirbeltiers nächst dem Menschen gekommen, obwohl er eins der unscheinbarsten Geschöpfe ist und vom Laien eher für eine kleine Nacktschnecke, als für einen Fisch oder Fischverwandten gehalten werden würde, wenn er ihn zufällig am Seestrande aus dem Sand wühlte. Aber der Amphioxus verdient seinen Ruf in vollem Maße als ein wahres zoologisches Unikum. Die Abbildung zeigt sein Aussehen. Der Gestalt verdankt er den Namen: das „Lanzettfischchen". Der deutsche Zoologe Pallas entdeckte ihn 1774 an der englischen Nordseeküste, beschrieb ihn aber allen Ernstes als Schnecke (Limax lanceolatus). Erst 1834 fanden Costa bei Neapel und Yarell in England das Tier wieder und stellten jetzt seine Wirbeltier-Natur fest, worauf der große Berliner Zoologe Johannes Müller in mustergiltiger Beschreibung den Amphioxus lanceolatus, wie ihn Yarell umgetauft hatte, den Fischen (mit einigem berechtigten Vorbehalt) einstweilen anreihte. Von den verschiedensten Stellen der Erde wurden in der Folge Lanzettfische beschrieben, aus Großbritannien, Norwegen und Helgoland, aus Neapel und Messina, von der peruanischen wie von der australischen Küste, — natürlich verschiedene Arten, die aber doch noch nicht einmal eine scharf ausgeprägte zweite Gattung zu bilden scheinen, sondern sich alle sehr ähnlich sehen. Heute unterscheidet man etwa sechs Species.*)

Eine große Überraschung sollte aber noch die Embryologie dieses rätselvollen Tieres bringen. Es ist oben (S. 225) schon einmal die Rede von der Gastrula des Amphioxus gewesen. Während diese Gastrula-Stufe, die für die Urgeschichte der gesamten höheren Tierstämme im Sinne der Häckel'schen Gasträa-Theorie von so entscheidender Bedeutung ist (vergl. S. 236), bei allen übrigen Wirbeltieren mehr oder minder verändert ist und nur durch geschickte Deutung auf die Urform wieder zurückgemodelt werden kann, hat der Amphioxus die echte Gastrula (nahezu wenigstens in der mustergiltigen Form) bei seiner ontogenetischen Entwickelung bewahrt. In einer Weise, die in allem Wesentlichen dem Schema der erwähnten Koralle Monoxenia Darwinii entspricht, zerfällt bei ihm das befruchtete

*) Die sechs bisher beschriebenen Arten des Amphioxus verteilen sich in folgender Weise über die Erde: A. lanceolatus Nordsee und Mittelmeer (z. B. Helgoland und am Posilipp bei Neapel); A. belcheri Sunda-Inseln (Java, Borneo); A. bassanus Australien (Süd-Australien, Tasmanien); A. elongatus Süd-Amerika (Peru); A. caribaeus Süd-Amerika (Ostküste, Brasilien, Antillen); A. cultellus Australien (Ostküste, Moreton-Bai). Die letzte Art besitzt keine Schwanzflosse und wird auch sonst aus verschiedenen Gründen von Peters als Vertreter einer neuen Gattung (Epigonichthys) angesehen, worüber aber die Akten noch nicht geschlossen sind.

Ei zum Zellklumpen (Morula), durch Ansammlung von Flüssigkeit im Innern wird der Zellklumpen zur hohlen Blase (Blastula), und aus dieser Blase entwickelt sich durch Einstülpung von oben die charakteristische, doppelschichtige, mit einem Mund versehene Darmlarve oder Gastrula. Kleine Unterschiede, auf die Hatscheks gründliche Studien 1881 die Aufmerksamkeit gelenkt, kommen für unsern Zweck hier nicht in Betracht. In ihren lehrreichen Grundzügen ist die Keimesgeschichte des Amphioxus bereits 1866 von Kowalewsky wissenschaftlich festgelegt worden und hat von Anfang an eine der wichtigsten und solidesten Stützen der umfassenden Häckel'schen Gasträa-Theorie abgegeben.

Die Keimesgeschichte (Ontogenie) des Lanzettfisches (Amphioxus lanceolatus).

Aus dem befruchteten Ei des Amphioxus entwickelt sich ganz in der Weise wie wir es oben bei der Koralle Monoxenia sahen, durch Teilung ein Zellhaufen (Morula, bei der Koralle Nr. V). Durch Ansammlung von Flüssigkeit wird aus der Morula eine einschichtige Blase (Blastula), wie sie unsere Fig. *A* hier im Durchschnitt darstellt. Durch Einstülpung (Fig. *B*) entsteht die doppelschichtige, mit einem Mund versehene Gastrula (vergl. Text S. 225). Bei Fig. *D* beginnt die erste Gliederung des Körpers, es zeigen sich die Anlagen von zwei Ursegmenten *(b)*, das Nervenrohr deutet sich an *(c)*. Bei Fig. *E* sind neun Segmente sichtbar, bei *b* gewahrt man die Chorda (vergl. das Bild S. 233), bei Fig. *F* ist der Mund *(g)* gegeben, die erste Kiemenspalte bei *f*; *d* ist der Darm, *e* das ventrale Blutgefäß.

Was uns in diesem Zusammenhang wesentlich interessieren muß, ist der Umstand, daß grade der Amphioxus von allen Wirbeltieren am treuesten das Ahnenerbe ontogenetisch bewahrt hat. Die Wahrscheinlichkeit

drängt, ihn auch aus diesem Grunde für einen Abkömmlung ältester Wirbeltierformen zu halten, die von der Gasträa noch nicht durch eine so ungeheure Generationenfolge getrennt waren. Und es erscheint somit begreiflich, wenn der Blick dessen, der bei Erwähnung der Silur- und Devon-Formationen von ersten Wirbeltier-Spuren hört, nach Resten von Tieren sucht, die im wesentlichen dem Amphioxus gleichen. Das geringste weitere Nachdenken führt aber ebenso unweigerlich darauf, daß es an sich wenig wahrscheinlich sein kann, Reste so weicher, jeder harten Skeletteile entbehrenden Geschöpfe vom Typus des Lanzettfisches wirklich versteinert vorzufinden. Es müßte mit einem überaus glücklichen Zufall dabei hergehen. Die Thatsachen lehren nun, daß dieser Zufall vorläufig nicht eingetreten ist. Die ältesten Wirbeltierfunde weisen zwar zum Teil auf höchst seltsame Fische, aber nicht auf schädellose Amphioxiden.

Es ist das um so mehr zu bedauern, als man von diesen echten Vorfahren der höheren Wirbeltiere gern Aufschluß erhalten möchte über ein großes Problem, das der Amphioxus allein uns noch nicht löst: das Problem, wo und wie der Amphioxus selbst und mit ihm der ganze Wirbeltierstamm aus niederen, wirbellosen Tieren hervorgegangen sein könnten. Bis zur Gasträa zeigt die Ontogenie des Amphioxus den Weg. Falls jener früher gegebene Stammbaum nicht trügt, würden Angehörige des Kreises der Würmer die Brücke von da bis zum Urwirbeltier schlagen. Aber von welcher Art sollen wir sie uns vorstellen?

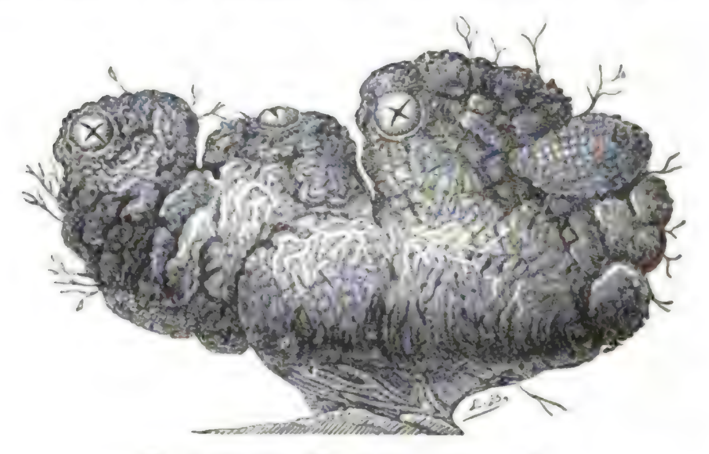
Nur ganz wenige Gebiete der jungen darwinistischen Wissenschaft der Phylogenie (Stammeskunde der Organismen) erfreuen sich einer so lebhaften spekulativen Bethätigung, wie dieses. Aber aus allen Hypothesen erhebt sich ernstlich nur eine Thatsache, die allerdings einen gewissen Anhaltspunkt verspricht. Es ist dazu nötig, daß der Laie sich ein Tier vorstelle, das er wahrscheinlich nie gesehen oder wenigstens bei Gelegenheit ziemlich sicher übersehen hat, ein Tier, dessen Verdeutlichung zu den größten dialektischen Eiertänzen der Zoologie gehört. Es handelt sich um die Ascidie. Um es gleich vorweg zu sagen, ist von sämtlichen lebenden wirbellosen Tieren die sogenannte Ascidie das einzige, bei dem man Anklänge an die Chorda-Tiere vom Typus des Amphioxus in einer kaum mißzuverstehenden Weise vor Auge hat. Dabei ist die typische Ascidie im erwachsenen Zustande ein Tier, gegen das ein Regenwurm als der Gipfel der Organisation erscheint. Der Leser wird diese Worte nicht übertrieben finden, wenn er die Cynthia microcosmus auf S. 238 betrachtet. Wie das etwa 8 bis 10 cm große Ungetüm zu dem Namen Cynthia (Venus) gekommen ist, gehört zu den Rätseln zoologischer Namengebung, denn es gleicht eher einer verfaulten Kartoffel, als einem lebenden tierischen Organismus. Sehr mit Recht aber führt es den Beinamen „microcosmus“ (eine Welt im kleinen),

denn auf der holzigen Borke seines Mantels regt sich eine ganze Welt von Schmarotzertieren: Moospolypen, junge Miesmuscheln, rote Algen und Würmer, dazwischen allerhand Unrat des Meeres, Sand, Steine, Schalenbruchstücke u. a. Der Fischer am schönen Strande des Mittelmeeres weiß allerdings diese lebendige Burg zu stürmen: mit einem Messerschnitt löst er den Mikrokosmus auseinander, und als Kern der Kartoffel erscheint ein weiches, sackartig geformtes Tier, dottergelb wie ein Ei und von Geschmack wenigstens für die Zunge des Italieners ein Leckerbissen wie dieses. Dem Zoologen, der sich, unbekümmert um den kulinarischen Reiz, an die Zergliederung des gelben Sackes macht, der oben gleichsam nur mit zwei Zipfeln aus dem Mantel herausragt, bietet sich im Detail der Anblick, wie ihn das Bild S. 239 wiedergiebt. Die Unterschrift des Bildes selbst wird den Leser genügend orientieren.

Die Ascidie, in vielerlei Varianten in den Meeren verbreitet, die zum Teil in der äußern Gestalt nicht unerheblich von der abgebildeten Cynthia abweichen, bildet ihrem typischen Bau nach den einen Zweig des kleinen, aber in ganz besonderer Weise isolierten und rätselvollen Kreises der sogenannten Manteltiere (Tunicata). Den andern Zweig stellen die sämtlich frei schwimmenden tonnenförmigen Salpen (Thaliacea) dar, die sich hauptsächlich dadurch von den echten Ascidien unterscheiden, daß ihr Vorderdarm nicht gitterförmig durchbrochen ist, sondern nur eine mehr oder minder große Zahl Kiemenspalten zeigt, und daß die Kloake der Mundöffnung gegenüberliegt, anstatt wie bei der Ascidie neben dieser am oberen Körperende. Bei einem Teile der Ascidien hat das gesellige Zusammenleben zu einer echten Verwachsung geführt derart, daß viele Individuen einen gemeinsamen Mantel mit frei durchzirkulierenden Blutgefäßen, auch wohl eine gemeinsame Kloake besitzen, um die herum die Einzeltiere eine sternförmige Gruppe bilden. Eine vermittelnde Ascidienordnung, die schon den Salpen näherkommt, die Feuerwalzen (Pyrosomatidae), erzeugt ein intensives blaugrünes Licht und gehört, da sie wie die Salpen bereits zeitlebens frei herumschwimmt, zu den Hauptfeuerwerkern bei dem herrlichen Phänomen des Meerleuchtens. Allen Manteltieren, Salpen wie Ascidien, gemeinsam ist der „Mantel", d. h. eine wunderliche, nur an zwei Stellen (Mund und Kloake) durchbrochene Deckschicht des Körpers, die nicht immer schon so äußerlich einer Holzrinde gleicht wie bei der abgebildeten Cynthia, stets aber bei der chemischen Untersuchung sich als zusammengesetzt aus echtem Holzstoff (Cellulose) erweist, wie wir ihn eigentlich sonst nur bei Pflanzen erwarten. In den bisher aufgezählten Merkmalen der Ascidie liegt verschwindend wenig, was einen Zusammenhang mit dem Amphioxus wahrscheinlich machen könnte. Wie das Bild S. 233 zeigt, liegt eine gewisse Analogie in der Darmteilung. Aber daneben stehen eine solche Unmenge von fundamentalen Verschiedenheiten, daß der eine Punkt not-

wendig erdrückt werden müßte, käme nicht etwas ganz Unerwartetes hinzu.

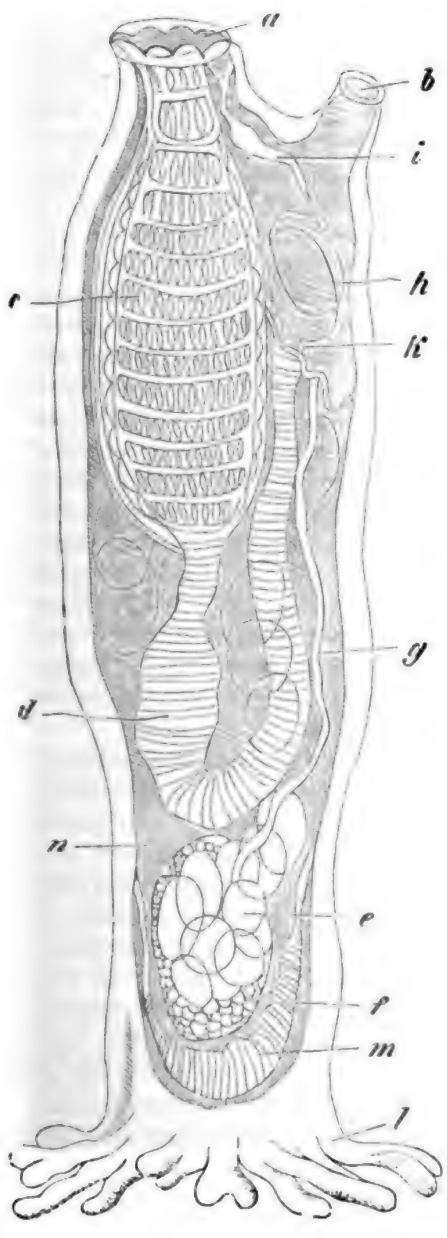
Wir besitzen Kenntnis von diesem Unerwarteten erst seit 1866. Damals studierte der schon oben genannte russische Zoologe Kowalevsky neben der Entwickelung des Amphioxus auch zum erstenmal eingehend die Keimesgeschichte (Ontogenie) der Ascidien und entdeckte bei dieser Gelegenheit eine Thatsache, die angethan schien, ein ganz neues Licht auf die systematische Stellung der Manteltiere überhaupt zu werfen. Die befruchteten Eier einer Ascidie etwa wie die dargestellte Cynthia durchlaufen zunächst die früher besprochenen Stadien der Morula, Blastula und Gastrula durchaus in der typischen Weise, wie sie uns die Koralle Monoxenia



Ein Ascidienstock (Cynthia microcosmus).

Bei der Ascidien-Familie, zu der diese Art gehört, sitzen die Individuen zwar oft, wie hier, in Klumpen beisammen, verwachsen aber nicht völlig miteinander. Der lederartige Mantel pflegt mit allerlei Fremdkörpern und Schmarotzertieren bedeckt zu sein, so daß das Ganze kaum noch irgendwie an ein Tier erinnert; nur zwei rote Warzen mit Öffnungen (Mund und Kloake) verraten das innere Leben, dessen Details das gegenüberstehende Bild zur Darstellung bringt.

vorgeführt hat. Die Gastrula zumal könnte geradezu als Muster unter die S. 225 dargestellten Beispiele aufgenommen werden. Wie erwähnt, ist auch der Amphioxus in diesen ersten Stadien ziemlich „sattelfest“, aber das würde allein noch keine viel nähere Verwandtschaft zwischen ihm und der Ascidie beweisen, als sie zwischen Ascidie und Koralle besteht. Das Wichtige folgt erst damit, daß aus der Ascidien-Gastrula im weiteren ein Embryo hervorgeht, der völlig den Anschein weckt, als solle wirklich ein Wirbeltier, mindestens ein Amphioxus, entstehen. Es entwickelt sich ein frei schwimmendes Tier von der S. 240 wiedergegebenen Gestalt. Das ganze Geschöpf gleicht beinah einer Kaulquappe. Wie diese besitzt es einen langen Ruderschwanz. Auf der Rückenseite zeigt sich ein



Eine Ascidie
nach Entfernung des Mantels (vergl. das gegenüberstehende Bild) schematisch dargestellt.

Da das Interesse, das die Ascidien in neuerer Zeit bei den Zoologen erwecken, wesentlich in ihrer merkwürdigen Verwandtschaft mit dem niedrigsten Wirbeltier, dem Amphioxus, begründet ist, so ist es rätlich, daß der Leser dieses Bild im Detail vergleiche mit dem Bilde des Amphioxus auf S. 233. Die Ascidie sitzt, wenigstens im erwachsenen Zustande, mit Hilfe wurzelartiger Ausläufer (*l*) ihres Mantels am Boden fest. Dieser Mantel, nach dem die ganze Tiergruppe, der die Ascidien angehören, der Kreis der Manteltiere (Tunicata) genannt wird, ist bald gallertig weich, bald fest wie Leder oder Knorpel, stets aber chemisch zusammengesetzt aus jener holzigen Masse, die man Cellulose nennt und die im Pflanzenreich zu der allbekanntesten Erscheinung (Substanz des Holzes) gehört, im Tierreich aber nur als eine ganz absonderliche Ausnahme erscheint. Nur an zwei Stellen ist der Holzmantel der Ascidie durchbrochen. Zunächst bei *a*, dem Munde. In einer Weise, die ganz der beim Amphioxus entspricht, führt dieser Mund in einen Darm, der in zwei Hälften zerfällt, deren jede ihre besondere Thätigkeit ausübt. Der vordere Darmteil (*c*) dient als durchbrochener Kiemensack zum Atmen, der hintere (*d*) als Magen und als eigentlicher Darm zum Verdauen der mit dem Wasser einstrudelnden Nahrung. Bei *k* öffnet sich der Darm in die Leibeshöhle, aus der die unverdaulichen Reste mit dem von dem durchbrochenen Kiemensack abfließenden Wasser gemeinsam durch die Kloake (*b*) entleert werden. Tritt hierin eine starke Ähnlichkeit mit dem Amphioxus hervor, so weichen die übrigen Verhältnisse der ausgewachsenen Ascidie um so stärker von diesem ab. Von einer Chorda dorsalis (knorpeliger Achsenstab als erste Stufe zu einer Wirbelsäule) ist keine Rede, das Nervensystem drängt sich bei *i* zu einem Knoten zusammen. Dafür ist (was beim Amphioxus fehlte) ein schlauchförmiges Herz (*m*) vorhanden, das merkwürdigerweise das Blut abwechselnd bald nach dieser, bald nach jener Richtung pulsieren läßt. Die Geschlechtsprodukte werden in jeder Ascidie doppelt entwickelt (Samen und Eier in einer gemeinsamen Zwitterdrüse bei *e*, *f*). Die Eier fallen direkt in die Mantelhöhle (man gewahrt z. B. solche bei *h*), wo sie mit den Samenzellen, die der Schlauch *g* ebendahin entleert, zusammentreffen, befruchtet werden und sich zu Embryonen entwickeln, die durch die Kloakenöffnung endlich ins Freie gelangen. Über diese seltsamen, dem Amphioxus wieder ganz nahe kommenden Embryonen der Ascidien vergl. das Bild auf S. 240 und den Text S. 238 und 240.

regelrechtes Markrohr (Rückenmark) und darunter ein vom Schwanz her in den Körper hineinragender Cylinder, der seiner ganzen Entstehung und Art nach die täuschendste Ähnlichkeit besitzt mit der beim Amphioxus so charakteristischen Chorda dorsalis, dem Urtypus der „Wirbelsäule", nach der der Kreis der „Wirbeltiere" seinen Namen hat. Die fertige Ascidie, wie wir sie oben kennen gelernt haben, kann aus diesem frei beweglichen Embryo nur hervorgehen, indem sie sich gewaltig rückwärts entwickelt. Nachdem die kurze Zeit des freien Umhertummelns für das kleine Pseudo-Wirbeltier vorüber ist, setzt sich die vermeintliche Kaulquappe mit dem vordern Ende zu unterst am Boden fest, der Schwanz mit der Chorda verkümmert vollkommen und durch eine ganze Reihe tiefer Organmetamorphosen kommt zum Schluß jener formlose Sack vom Typus der Cynthia zu stande. Nur eine kleine Gruppe von Ascidien, die sogenannten Copelaten (z. B. Appendicularia) bleiben gleichsam zeitlebens Larven: sie schwimmen frei umher und wahren sich entsprechend Schwanz und Chorda.



Die Larve einer Ascidie (Ciona intestinalis), vergrößert.

Die frei schwimmenden Larven der Ascidien sind durch ihre unter dem Nervenstrang liegende sogenannte Chorda dorsalis (Rückensaite, die erste Andeutung einer Wirbelsäule) bemerkenswert geworden. Über die Deutungen, die sich hinsichtlich des Ursprungs der Wirbeltiere daran angeknüpft haben, vergleiche Text S. 238 f. Die Buchstaben bedeuten: *a* Haftwarzen, *b* Anlage zu einer Gehirnblase (der dunkle Körper oben ist ein Auge), *l*¹ Anlage zum Darm, *c* der Nervenstrang, darunter (heller) die im Schwanz bis zur Spitze fortlaufende Chorda dorsalis, *d* der Mantel. (Das Bild nach Leunis-Ludwigs Synopsis der Zoologie.)

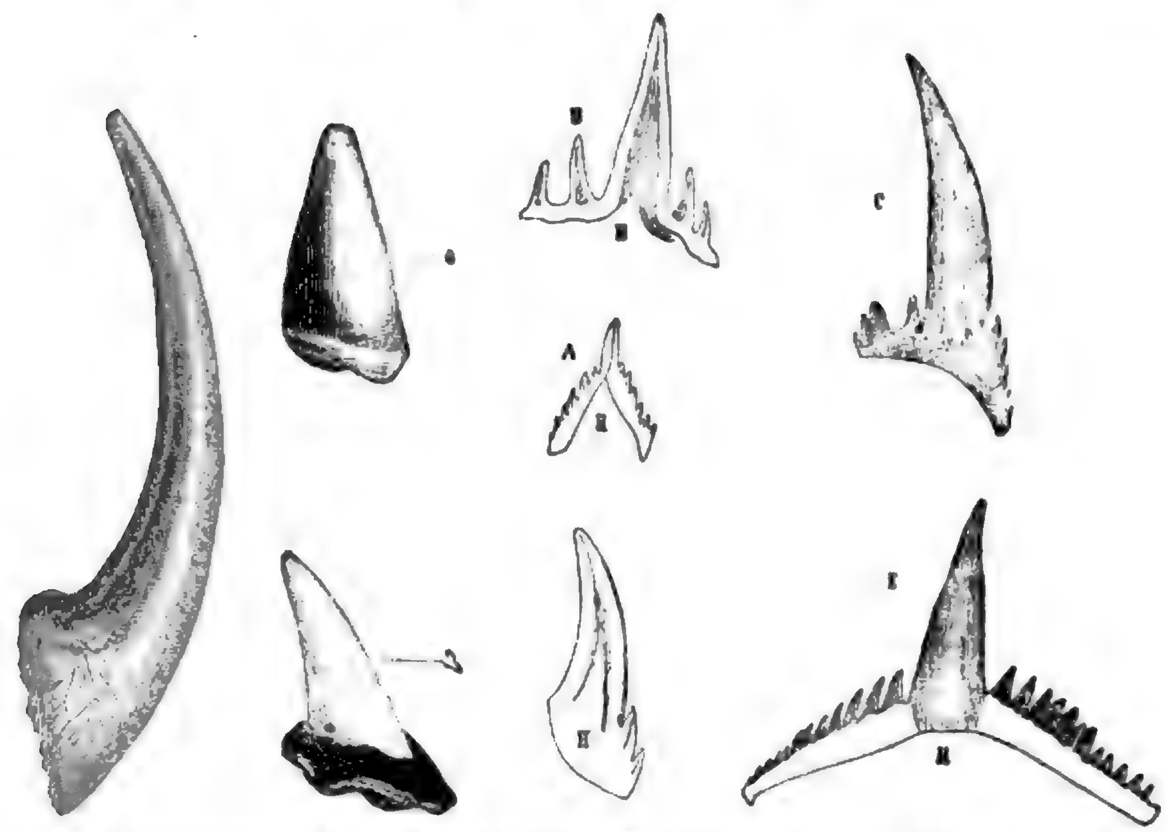
Das biogenetische Grundgesetz, wie es von Häckel entwickelt worden ist, läßt für diese ganzen seltsamen Vorgänge nur eine Lösung zu: nämlich die, daß ihrer Stammesgeschichte (Phylogenie) nach die Ascidien von Tierformen sich abgezweigt haben, die eine Chorda besaßen, — Tierformen, denen von allen übrigen heute noch lebenden Tieren einzig und allein eben der Amphioxus einigermaßen entspricht. Es braucht damit nicht gesagt zu sein, daß die Ascidien degenerierte (in ihrer Entwickelung zurückgeschrittene) Nachkommen direkter Wirbeltiere vom Schlage des Amphioxus oder gar noch höherer Formen seien, eine Ansicht, die übrigens auch schon verfochten worden ist. Sehr viel wahrscheinlicher ist, daß Ascidien sowohl wie echte Wirbeltiere von gemeinsamen Ahnen nach zwei Richtungen hin sich entwickelt haben, Ahnen, denen man allerdings die charakteristische Chorda bereits zugestehen muß.

Damit ist ganz gewiß schon etwas gewonnen. Man sieht ein Tier, das ohne jeden Vorbehalt den Wirbellosen beigerechnet und früher bald den Mollusken, bald den Würmern zugezählt wurde, unmittelbar neben die Wurzel des Wirbeltierstammes gerückt, und es wird leichter zu begreifen, wie Wirbeltiere aus Wirbellosen in urgrauer Zeit einmal hervorgegangen sein könnten. Die eigentliche Anschlußstelle scharf zu bezeichnen, reicht der Fortschritt, den wir gemacht haben, allerdings auch noch nicht aus. Je nach dem Gewicht, das man auf dieses oder jenes Organ legte, hat man versucht, jene Ur-Chordatiere, die Ascidien und Lanzettfische parallel erzeugt zu haben scheinen, aus der einen oder anderen Klasse der Würmer abzuleiten. Das Detail dieser Versuche ist zur Stunde aber ein solcher Wirrwarr, daß ich den Leser, dem ohnedies die dazu nötige anatomische Detailkenntnis nicht immer zu Gebote stehen wird, nicht um des minimalen Gewinnes willen hindurch bemühen möchte. Als ziemlich aufgegeben kann im Moment die von Semper und Dohrn verfochtene Hypothese gelten, daß die Ringelwürmer (Anneliden), zu denen unsere beiden bekanntesten Würmer, der Regenwurm und der Blutegel, gehören und an die sich eng die Krebse, Spinnen, Insekten anschließen, auch die Stammgruppe der Chordatiere gebildet hätten. Nicht zu widerlegen ist vorläufig die Ansicht von Gegenbaur und Häckel, daß die seltsamen Eichelwürmer des Meeresstrandes (Balanoglossus), deren Darm wie bei Ascidie und Amphioxus in einen Kiemendarm und einen Verdauungsdarm sich sondert, den Ur-Chordatieren nahe ständen. Alles weitere ist negativ wie positiv so unsicher, daß eine nähere Erörterung keinerlei Zweck hat. Vollends gar nicht in populärer Darstellung diskussionsfähig sind die paar ganz tollkühnen phylogenetischen Luftsprünge, die unter Umgehung der direkten Würmerabstammung die Wirbeltiere von Krebsen oder gar Spinnen, also bereits scharf specialisierten Vertretern des Gliedertierkreises, ableiten wollten; hier überall hat einstweilen mehr die Freude am Paradoxen als die ernste wissenschaftliche Nötigung Pate gestanden.

Verhalte es sich mit alledem, wie es wolle: so viel steht, wie gesagt, fest, daß unsere gesamte Kenntnis über die Anfänge des Wirbeltierstammes einstweilen ausschließlich auf dem noch lebenden Material (Amphioxus und Ascidie) fußt, daß wir dagegen von den paläontologischen Funden gänzlich im Stich gelassen werden. Betrachten wir jetzt, um uns das näher zu vergegenwärtigen, wie in unserer erdgeschichtlichen Überlieferung die Wirbeltiere zuerst auftreten.

Dem Schema nach folgt auf die kambrische die Silur-Formation. Der Strich des Schemas ist als solcher aber natürlich nur eine menschliche Fiktion. In Wahrheit gehen die Zeitepochen unmerklich ineinander über

Und nur gewisse Veränderungen in der Tierwelt, die, endlich summiert, ein neues Bild liefern, schaffen für den Systematiker eine Grenze mit der Notwendigkeit einer neuen Bezeichnung — selbstverständlich eine äußerst grobe Grenze. Fast genau an einer dieser groben Grenzen stößt der Paläontologe auf die ersten kargen Reste von Wirbeltieren: an der Grenze eben von Kambrium und Silur. Im untersilurischen Glaukonitsande der Umgebung von Petersburg fanden sich winzige, nur 1—2 mm hohe



Merkwürdige Zähne aus den untersten Ablagerungen der Silur-Zeit.

Die beiden ersten Reihen (von links angefangen) zeigen links und rechts unten zwei einfache sogenannte Conodonten aus dem Untersilur Rußlands in sehr starker Vergrößerung. Man schloß anfänglich, daß diese Conodonten die Zähne von Fischen seien. In der That finden sich bereits in diesen Schichten echte Fischzähne winzigster Art, die Figur zweite Reihe oben stellt einen solchen dar (Palaeodus). Durch mikroskopische Untersuchung der inneren Struktur ist aber nachgewiesen worden, daß die Conodonten keinerlei wahre Ähnlichkeit mit Fischzähnen besitzen, und da sich die zu ammengesetzten Conodonten (vierte Reihe *C, E*) sehr gut mit den Kiefern gewisser Sternwürmer (Gephyreen), z. B. Halicryptus spinulosus aus der Ostsee (dritte Reihe oben *B*), vergleichen lassen, auch viele Ringelwürmer (Anneliden) Verwandtschaft zeigen, so hält man alle echten Conodonten gegenwärtig für Wurmreste, während die echten Fischzähnchen derselben Schichten als ältester Wirbeltierrest gelten. (Die Bilder nach Rohon und Zittel.)

Zähnchen, die gleich nach ihrem ersten Bekanntwerden eine Menge von Deutungen hervorriefen. Man nannte sie provisorisch Conodonten und ließ sich zu der jedenfalls höchst bedeutsamen Annahme hinreißen, daß sie die Reste von Fischen seien. Insbesondere riet man auf die Zungen-Zähne von Neunaugen und ihren Verwandten, also denjenigen fischähnlichen Wirbeltieren, die heute noch die tiefste Stufe des ganzen Kreises oberhalb des Amphioxus einnehmen. Indessen die sehr sorgfältige mikroskopische Untersuchung der feinen Struktur der Zähnchen, die von Zittel und

Rohon vorgenommen wurde, legte wohl eine Ähnlichkeit mit den Zähnen gewisser Würmer (Ringel- und Sternwürmer) dar, nicht aber mit denen irgend welcher Wirbeltiere. Schon begann man sich daran zu gewöhnen, daß alles, was aus jenen uralten Schichten Rußlands kam, noch ins Reich der Wirbellosen gehöre. Und doch sind von Rohon schließlich in demselben Glaukonitsande auch noch echte Fischzähne neben den eigentlichen Conodonten entdeckt worden. Winzig klein, wie sie ebenfalls sind, bestehen sie doch im Gegensatz zu den Wurmzähnen aus Dentin und dünnem Schmelz. Was für Fische sie getragen, lehren die Funde allerdings nicht, nur scheinen es bereits Formen mit der typischen Bezahnung echter Fische gewesen zu sein. Möglich, daß der Körper im übrigen die Weichheit unseres Amphioxus oder auch unserer Neunaugen besessen hat und also keine weiteren Reste hinterlassen konnte. Zwingend ist der Schluß nicht, da sich oft in der seltsamsten Weise von ganzen sehr solid knochigen Tiergenerationen nur gewisse kleine, aber besonders im Konservierungsprozeß begünstigte Teile erhalten haben: von den Beuteltieren der Jurazeit beispielsweise die Unterkiefer, von den Walen unserer Meere im Tiefseeschlamm die Gehörknöchelchen. Am wichtigsten bleibt auf alle Fälle, daß überhaupt der Kreis der Wirbeltiere bis dicht an die Grenze des Kambriums reicht. Alle jene hypothetischen Glieder zwischen Gasträa und Amphioxus müssen bereits im oder gar vor dem Kambrium sich ihrer Blüte erfreut haben. Fossile Ascidien kennen wir nicht, es liegt aber kein Grund gegen die Annahme vor, daß auch diese sich bereits damals abgezweigt hatten. Sehr wahrscheinlich ist, daß jene kambrischen Urwirbeltiere, obwohl im wesentlichen ihres Baues dem Amphioxus entsprechend, doch in mancher Hinsicht, z. B. was Sinnesorgane anbetrifft, den heutigen Lanzettfisch überragten; denn die Lebensweise dieses letzteren legt nahe, daß er in manchen Punkten recht wohl in der Zwischenzeit durch Anpassung degeneriert sein könnte, d. h. Organe verloren haben könnte nach Art der blind gewordenen Höhlentiere, der Tiefseetiere und der Schmarotzer wie Bandwurm und Wurzelkrebs. Sehen wir ja doch auch die Ascidie in einem solchen Rückbildungsprozeß begriffen, und sehen wir selbst oberhalb des Amphioxus bei den mit den Neunaugen eng verwandten Ingern oder Schleimaalen (Myxinidae) nochmals starke

a

a'

Inger (Myxine glutinosa).
a' Kiemenöffnung. a After.

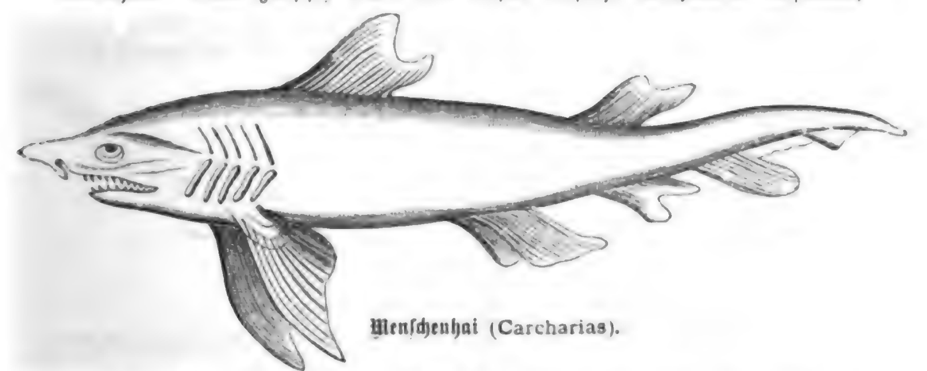
Verluste, wie z. B. völliges Erblinden infolge von Schmarotzerleben im Leibe anderer Fische, eintreten. Tiere, die den Neunaugen und Verwandten relativ ähnlich waren, ohne deswegen schon so degeneriert zu sein, werden höchstwahrscheinlich ebenfalls in der kambrischen und frühsilurischen Periode schon gelebt haben. Sie zeigten wie ihre heutigen Nachkommen wohl noch eine einfache Chorda, die sich aber, als Fortschritt gegenüber ihren dem Amphioxus ähnlichen Vorfahren, am vordern Ende schon zu einer sehr einfachen Schädelkapsel zur Aufnahme einer entsprechenden Verdickung des Markrohres (Gehirn) erweitert hatte. Erst aus ihnen dürften die echten Fische hervorgegangen sein, von denen uns größere, unanzweifelbare Reste aus dem letzten Abschnitt der Silurzeit, viel reicher und belehrender aber noch aus der nächsten paläozoischen Formation, dem Devon, vorliegen. Der Übersichtlichkeit wegen wollen wir in ein Bild zusammenfassen, was dieser ganze Zeitraum über die ältesten echten Fische der Erde lehrt. Wunderlich genug sind die Sachen, die wir da zu sehen bekommen.

Das Wort „Fisch" umschließt für den Laien einen der Begriffe, über die ein Mißverständnis am wenigsten möglich scheint. Dennoch haben wir im voraufgehenden bereits gesehen, wie scharf der Zoologe innerhalb dieses Begriffs hat sondern müssen, um einige Klarheit hinein zu bringen. Drei ganze Gruppen sogenannter Fische, die Schädellosen (Amphioxus), die Neunaugen und Verwandten und die Molchfische (von denen unten noch ausführlich die Rede sein wird) mußten zunächst als besondere, dem Rest gleichwertige Klassen ganz losgelöst werden. Innerhalb der so übrigbleibenden Klasse der „echten Fische" aber machte sich abermals eine Dreiteilung nötig, die drei unter sich abermals gleichwertige Unterklassen schuf: die Selachier, als deren bekanntester Vertreter der Haifisch gelten mag, die Ganoiden oder Schmelzfische, für die der Leser sich den Stör vergegenwärtige, und die Knochenfische (Teleostei), zu denen das ganze Gros unseres Fischbegriffs rechnet, alle die Schellfische, Karpfen, Hechte, Heringe u. s. f., die tot unsere Tafel zieren und See- wie Salzwasser lebend zu Millionen durchwimmeln. Wenn jene Skala, die wir oben benutzt haben, richtig ist, so müßte man hinsichtlich der zunehmenden Festigung der Wirbelsäule die Selachier unter diesen drei Gruppen als die älteste, den Neunaugen mit ihrer Chorda noch am nächsten stehende auffassen. Das Skelett, obwohl bedeutend höher entwickelt als bei den einfachen Chordatieren, bleibt doch zeitlebens knorpelig. Höher schon stehen im Punkt der Verfestigung die Ganoidfische. Die Knochenfische endlich mit ihrem völlig knöchernen Skelett bilden die Krone des Stammes.

Es scheint, daß dieser Einteilung für den einzelnen Fall auch die direkte paläontologische Überlieferung wenigstens einigermaßen entgegenkommt. Die Fische mit knorpeligem Skelett gehen offenbar den Knochenfischen lange voraus und beherrschen die ganze paläozoische Epoche ausschließlich. Nur

darein muß man sich fügen, daß jedenfalls die Trennung in Selachier und Ganoiden schon vor Beginn unserer Tradition stattgefunden hat. Denn im obersten Silur treten Vertreter beider Gruppen gleichzeitig auf.

Der Haifisch, der Typus der Selachier (Sélachos bedeutet griechisch Haifisch), ist aus unsern Aquarien und Museen wohl jedem ungefähr in seiner Gestalt bekannt. der nebenstehend abgebildete Menschenhai (Carcharias glaucus) mag die Details noch einmal ins Gedächtnis zurückrufen. Der Leser beachte zunächst die eigentümliche Gestaltung des hinteren Leibesendes. Beim Amphioxus wie bei den Neunaugen (vergl. die Bilder S. 233 und 243) reicht die Wirbelsäule (resp. die Chorda) bis ans genaue Ende des Körpers und wird von der gerüstlosen Hautflosse einfach wie von einem Kamm umrahmt. Beim Haifisch sehen wir dieses einfache Verhältnis wesentlich

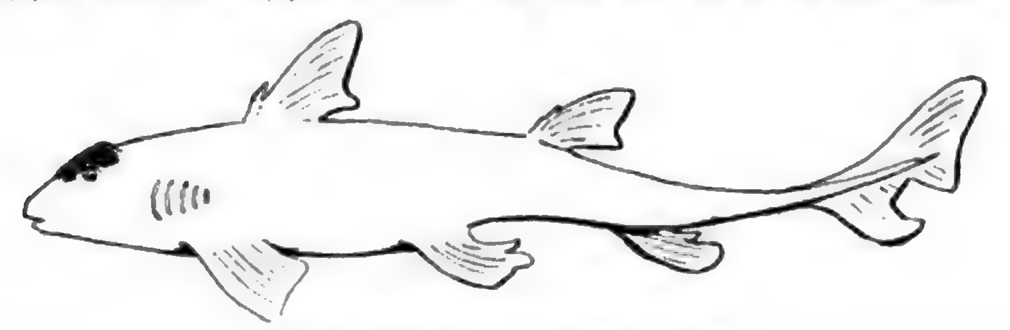


Menschenhai (Carcharias).

verändert: die Spitze der Wirbelsäule krümmt sich nach oben und die Schwanzflosse bekommt eine Zweiteilung, wobei die obere Hälfte allein die Wirbelsäulenspitze umfaßt, während die untere, kleinere als kurzes Anhängsel lose darunter hängt. Man bezeichnet eine solche ungleiche Schwanzflosse als heterokerk (unsymmetrisch). Bei den Haien und Rochen (also Selachiern) wie bei den Stören (also Ganoiden) bleibt diese heterokerke Flosse zeitlebens bestehen. Bei den Knochenfischen aber (der jüngsten Gruppe!) erscheint durchweg der heterokerke Schwanz nur bei den Jungen, beim ausgewachsenen Tier aber stellt sich jene nahezu symmetrische (homokerke) Flosse ein, wie sie an jedem Hecht oder Karpfen betrachtet werden kann: die Wirbelsäule tritt in keinen Teil der Flossenlappen mehr ein, und die Größe der beiden Lappen weicht nicht mehr voneinander ab. Es giebt wenige Beispiele für Häckels biogenetisches Grundgesetz, daß das junge Tier die Formen der Vorfahren wiederholt, die so sinnfällig sich aufdrängen wie dieses, und abermals lesen wir zugleich hier die Bestätigung, daß die Haifische mit Recht den ältesten, den Ur-Fischen zugezählt werden müssen. Im ganzen ist der Hai, wie wir ihn auf dem Bilde sehen, bereits um ein gewaltiges Stück dem höheren Wirbeltier näher als etwa das Neunauge. Die vier Seiten-

flossen legen gewissermaßen im ersten groben Schema die zwei Paar Gliedmaßen an, die noch wir Menschen in unsern Armen und Beinen besitzen. Aus dem runden Saugmund der Neunaugen ist der gewaltige, zahnbewehrte Rachen geworden, der übrigens sehr im Gegensatz zu den höheren Fischen jene eigentümliche, auch dem Laien sofort auffällige Lage unterhalb des Kopfes anstatt an der Spitze hat.

Der Hai ist der bekannteste, aber nicht der einzige Vertreter der Selachier. Es gehören von lebenden Formen dahin noch die platten, grotesk gestalteten Rochen, zu denen einer jener merkwürdigen elektrischen Fische (Torpedo) zählt, und die Seekatzen (Chimaera), die außerhalb der Fachkreise kaum bekannt sind, aber ein ganzes Raritätenkabinett an zoologischen Absonderlichkeiten in sich vereinigen. Das knorpelige, also der Verwesung unterworfene Skelett aller dieser Selachier hat leider verschuldet, daß die Reste ihrer silurischen und devonischen Verwandten uns nur in höchst unvollkommenem

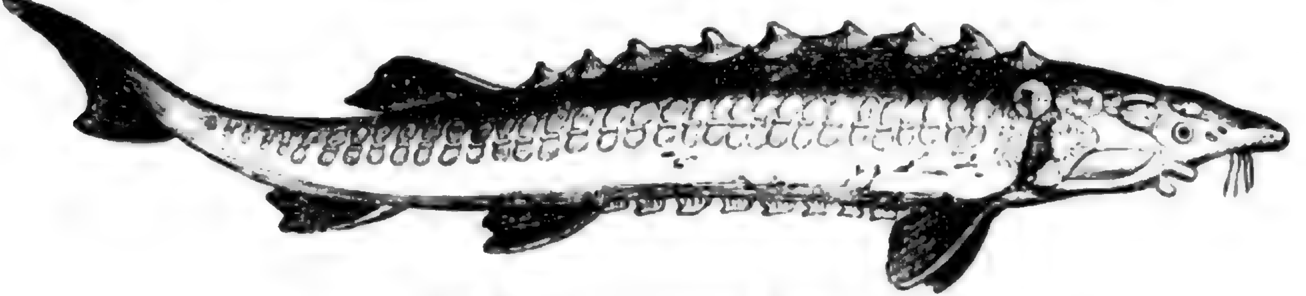


Ein Haifisch (Cestracion Philippi)
der heutigen australischen Meere, dessen direkte Verwandte bereits in der Silurzeit lebten. (Nach Hutchinson.)

Zustande überliefert sind. Versteinerungsfähig waren wesentlich nur die Flossenstacheln und vor allem die Zähne. Diese Zähne dauerten, nach der Auflösung des übrigen Tieres im Schlamm der Tiefe geborgen, aus, — genau so wie es heute noch ist, wo das Schleppnetz des Forschers aus dem Abgrund unserer Oceane zahlreiche isolierte Haifischzähne heraufbefördert, von denen die riesenhaften Skelette längst abhanden gekommen sind. Immerhin haben selbst so karge Reste genügt, um uns die Selachier als einen wichtigen Bestandteil der ältesten Fischfauna der Erde vorzuführen. Und daß ihre äußere Gestalt im wesentlichen den heutigen Vertretern, vor allem den Haien, entsprochen habe, wird uns dabei nahe genug gelegt, wenn wir bereits in den Ablagerungen des oberen Silur, also unter den ältesten Wirbeltier-Resten überhaupt, auf Zähne stoßen, die höchstwahrscheinlich einer Haifischfamilie angehören, die unter dem Lichte unserer modernen Sonne noch fröhlich die Meere Australiens, Japans und Californiens durchschwimmt. Das Bild zeigt den heute lebenden australischen Hai Cestracion Philippi, einen anscheinend kaum veränderten letzten Mohikaner der silurischen Wirbeltierwelt, — eine geologische Reliquie wie jene Lingula unter den Brachiopoden, an der die Jahrmillionen so vieler Epochen

der Erdentwickelung spurlos vorübergegangen zu sein scheinen. Jedenfalls war der ganze Haifisch-Typus eine der glücklichsten Anpassungen der Natur. So früh schon gelungen, sollte er die, man möchte sagen: raffiniertesten Kunststücke einer Raub-Anpassung im Meere, die gewaltig bewehrten Fischeidechsen (Ichthyosaurus) der Jurazeit weit überleben, um noch in den Zeiten des seebeherrschenden Menschen sich den Ruf des entsetzlichsten und gefürchtetsten Oceanbewohners zu erwerben, den er trotz aller systematischen Ausrottungsversuche zweifellos auch noch lange wahren wird.

Die Selachier kämpften, wie erwähnt, um den zeitlichen Vorrang in der uns überlieferten Erdgeschichte mit der zweiten großen Fisch-Unterklasse, den Ganoiden. Nur eine einzige Familie aus dieser Gruppe ist dem Laien geläufig: die der Störe. Aber er verbindet damit wenigstens das Bild eines völlig absonderlichen Gesellen, der unter den bekannten Fischen des Salz- und Süßwassers nicht seinesgleichen hat, — ebenso wenig, wie



Der Hausen (Acipenser huso).

ihm irgend einer in der Kostbarkeit seiner kulinarischen Produkte auch nur annähernd nahe kommt. Ein Blick auf das Bild oben soll diese allgemeine Vorstellung noch nach der Seite hin vertiefen, die für unsere geologische Betrachtung die wesentliche ist. Lange ehe der Mensch auf den etwas verschwenderischen Gedanken geriet, diesen unter Umständen bis zu 9 m langen und 1500 kg schweren Ungetümen*) ihrer winzigen Eier wegen (Kaviar) nachzustellen, trug der Stör schon in seinem Panzer aus großen Knochenplatten eine, man darf wohl sagen: geologische Merkwürdigkeit mit sich herum, die eine Brücke bildet zu den bizarrsten Fischformen der uralten silurischen und devonischen Zeit. Fünf Reihen solcher Platten bewehren den im übrigen nackten Körper, der nach hinten in ein wahres Muster jener auch den Haien eigentümlichen unsymmetrischen (heterokerken) Schwanzflosse ausläuft. Man begreift sogleich, daß in solchen soliden Platten ein glückliches Versteinerungsobjekt vorliegen muß, und es scheint um so nötiger,

*) Der Koloß unter den Stören, der diese Größe erreicht, ist der Hausen (Acipenser huso), der bis zu 800 Pfund Eier (etwa 3 Millionen Stück) liefern kann. Unser gemeiner Stör (A. sturio) wird nur etwas über 5 m lang. Der zierlichste Vertreter der Familie, der wohl zu den schönsten aller Fische, was die Form anbelangt, gerechnet werden kann, der wohlschmeckende Sterlet (A. ruthenus), erreicht kaum 1 m.

als auch der Stör noch ein nur wenig den Hai überragendes Knorpelskelett besitzt und dabei nicht einmal der erhaltungsfähigen Zähne dieses Räubers in seinem rüsselartig unbewehrten Maule sich erfreut. Und doch ist der Panzeransatz des Störs nur ein Kinderspiel gegen das, was Vorfahren oder doch wenigstens Verwandte des Ganoidengeschlechts*) von heute bereits in der Silurzeit an Schutzverpanzerung sich erworben hatten.

Im Bereich der großbritannischen Inseln findet der Geologe in gewaltiger Mächtigkeit eine eigentümliche Ablagerung aus der letzten Spanne der Silur- und der ganzen Devon-Zeit, den sogenannten „alten roten Sandstein" oder old red sandstone, kurzweg meist old red genannt und nicht zu verwechseln mit dem new red sandstone, der unserm bunten (eigentlich auch roten) Sandstein der Triasformation entspricht. Diese Schichten unterscheiden sich in einer fundamentalen Weise von den sonstigen silurischen und devonischen Ablagerungen. Es fehlen darin die Korallen, Seelilien, Brachiopoden, Trilobitenkrebse u. s. w., die an anderen Orten (z. B. für die Devon-Zeit in unserm Eifelkalk) das charakteristische Gepräge abgeben — und zwar das Gepräge echten Meeresbodens. Dafür tritt eine ganz eigenartige Fauna auf: seltsame Panzerfische, ungeheure Krebse, die heute nirgendwo ihresgleichen finden, und dazwischen mischen sich Reste von Landpflanzen. Ein eifriger Streit tobt unter den Forschern, unter welchen besonderen Umständen dieser old red entstanden sein könne. Man hat an Süßwasserbildungen gedacht. Zu dem Bilde des weichen, friedlichen Strandes von Lugnas, in dem die kambrischen Quallen ihre Schlammausgüsse hinterließen, und dem zweiten der böhmischen Tiefsee, deren gespenstisch dunklen Abgrund die blinden silurischen Trilobiten durchwimmelten gleich den Asseln eines feuchten Kellers, träte um die Wende von Silur und Devon damit ein neues: das Bild ausgedehnter Binnenseen, die weite Gebiete des heutigen Wales, Schottland und Irland damals bedeckt haben müßten.

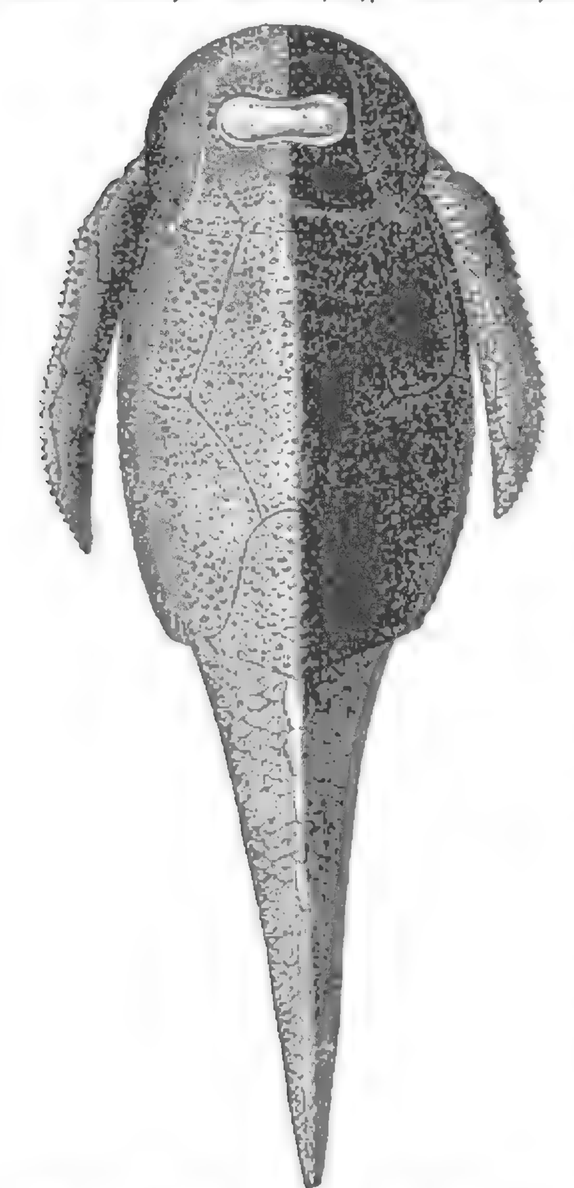
Es ist nicht ausgemacht, daß die Dinge wirklich so lagen. Da der old red in Norwegen, auf Spitzbergen, in Nordamerika und sonst noch wiederkehrt, müßten riesige Seebecken sich fast über die ganze nördliche Halbkugel verteilt haben. Man wird eher an weite, flache Meeresteile

*) Eine völlig klare Definition aller Ganoiden kann auf Grund des Störs im Detail nicht annähernd so scharf gegeben werden, wie sie etwa der Haifisch für die Selachier liefert. Die Gruppe fließt nach allen Seiten in Übergängen auseinander. Das Skelett durchläuft in den einzelnen Vertretern die ganze Skala von dem reinen Knorpelgebilde der Selachier (z. B. grade beim Stör noch nahezu erhalten) bis zu der vollkommenen Verknöcherung der echten Knochenfische (z. B. bei Polypterus, Lepidosteus, Amia). Die Hautbedeckung des Störs bleibt zwar im allgemeinen durch ihre großen Platten im typischen Bilde der ganzen Gruppe, grade diesen Platten aber fehlt der charakteristische Schmelzüberzug, der den Ganoiden ihren Namen (zu deutsch Schmelzschupper, vom griechischen Ganos, Schmelz) verschafft hat.

gemahnt, die noch mit den großen und tiefen Oceanen in Verbindung standen, aber doch einen abgeschlossenen Charakter von Binnenmeeren nach Art unserer Ostsee erhielten, der den Korallen, Brachiopoden und Trilobiten den Aufenthalt verleidete, dagegen gewissen höheren Tierformen zu ganz eigenartiger Entwickelung und Anpassung Anlaß gab. Große Flüsse, die von dem einschließenden Festland herabkamen, mochten durch Aufschüttung ungeheurer Sedimente den Boden immer seichter machen und gleichzeitig den Salzgehalt des Wassers wenigstens stellenweise so vermindern, daß die Festland-Pflanzen dicht an die Brackwasserniederung heranrückten und umgekehrt Meerbewohner sich an ein amphibisches Sumpfleben zu gewöhnen begannen. Keinerlei Grund steht der Annahme entgegen, daß diese Flüsse ihren Ausgangspunkt in gewaltigen Gebirgen fanden. Die Zeit, da man in der Gebirgsbildung ein ganz junges Produkt der Erdthätigkeit sehen wollte, ist längst dahin. Seit die Art, wie ein Gebirge entsteht, einigermaßen feststeht (vergl. Bd. I), weiß man auch, daß ähnliche Bildungen zu allen Zeiten der Erdgeschichte notwendig entstanden sein müssen, denn der Faltungsprozeß der Erdrinde infolge der wachsenden Erkaltung des Planeten muß zu jeder Epoche ähnlich gewirkt haben. Es giebt sogar gewisse Anhaltspunkte dafür, daß diese silurisch-devonischen Erhebungen hoch in die Schneeregion hineinragten und große Gletscher ähnlich den Gebirgen der heutigen neuseeländischen Südinsel an den Farnwäldern der Gelände vorbei bis zu den Buchten der Binnensee niedersinken ließen: gekritztes Gestein und seltsame Konglomerate im old red werden (und wahrscheinlich mit Recht) als Spuren direkter Eiswirkung gedeutet.

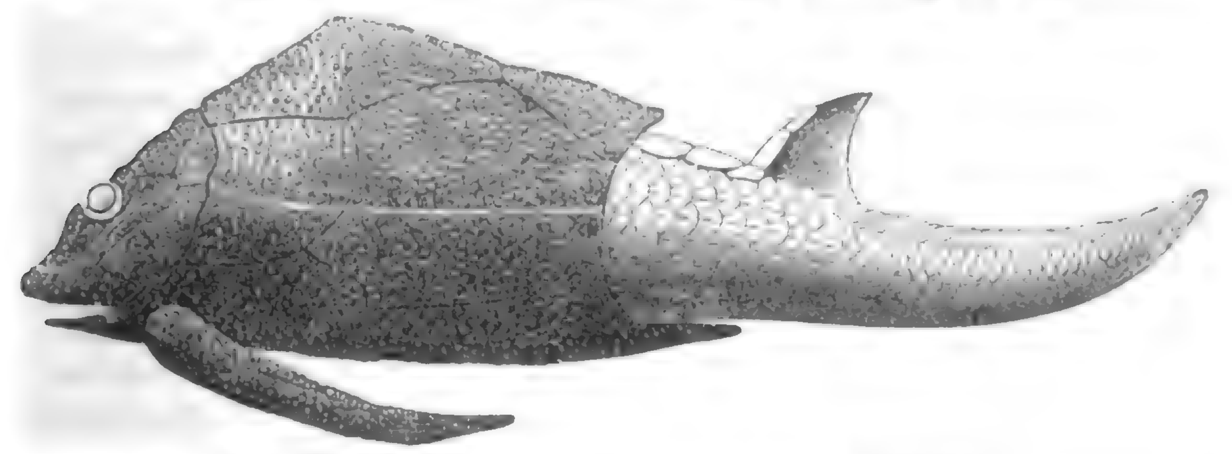
Es war ums Jahr 1831, als zum erstenmal aus diesem alten roten Sandstein Schottlands von Hugh Miller kleine Geschöpfe von 3—20 cm Länge gezogen wurden, wie sie das Bild S. 250 ff. zeigt. Die bizarren kleinen Ungeheuer erregten die widersprechendsten Deutungen. Der eine riet auf große Wasserkäfer, der andere auf Schildkröten, der dritte auf Krebse. Das geübte Auge des schweizerischen Naturforschers Agassiz, der viele Jahre hindurch den Ruf des ersten Kenners fossiler Fische in der Welt glänzend behauptete, bis der Darwinismus schließlich seinen Stern zum Untergang bringen sollte, erkannte in dem geheimnisvollen Objekt endlich mit Sicherheit den Fisch. Er nannte den hart verpanzerten Bewohner der old red-Binnensee nach seinen wunderlichen Brustflossen Pterichthys, den Flügelfisch. So viel war sicher, daß es sich um einen Fisch der absonderlichsten Art handle, und bis heute, nachdem eine ganze Bibliothek über Pterichthys zusammengeschrieben worden ist, ist er nächst dem Amphioxus unbestritten der merkwürdigste und am meisten von allen isolierte der bekannten Fische geblieben. Kopf und Rumpf sind mit einem kompakten Gerüst körnelig skulptierter Knochenplatten versehen, in das sich jederseits eine riesige, ebenfalls gepanzerte Brustflosse flügelartig einfügt. Der hintere

Körperteil ist dagegen im Verhältnis nur schwach durch kleine Schmelzschuppen geschützt und trägt, falls die Beobachtungen nicht täuschen, eine kleine, weiche Rückenflosse und Schwanzflosse. Überaus fremdartig mutet die Art an, wie anstatt zweier seitlicher Augen der Kopfpanzer ganz oben in der Mitte durch ein einziges Loch durchbrochen erscheint, in dem entweder ein einziges, großes Scheitelauge oder zwei solcher, die eine dünne Knochenplatte (die Deutungen sind sehr unsicher) trennte, nebeneinander gesessen haben müssen. Es muß für das Tier irgend einen Anpassungszweck gehabt haben, möglichst senkrecht nach oben zu sehen. Ob zu dem Zweck die ursprünglich seitlich gelegenen Augen mehr und mehr hinaufrückten, bis sie endlich ganz oder wenigstens hinsichtlich des Loches im Panzer verschmolzen, — oder ob ein Scheitelauge sich anfänglich als drittes Sehorgan ausbildete und (bei dauernder Alleinbenutzung) später dann die Seitenaugen zum Verkümmern brachte, das ist schwer zu entscheiden. Kompetente Forscher sind der Ansicht, daß noch in sehr viel späteren Erdepochen gewisse Übergangsformen zwischen Amphibien und Reptilien, die sogenannten Stegocephalen, neben ihren regelrechten Seitenaugen ebenfalls ein Cyklopenauge oben auf dem Scheitel besessen hätten, und wahr ist, daß sich auf den Schädeln ein Loch dort findet, durch das, wie bei Auge oder Ohr, das Gehirn unmittelbar mit der Außenwelt in Kommunikation getreten zu sein scheint. Selbst bei heute lebenden Reptilien sind Rudimente irgend einer alten Nervenverbindung nach jener Scheitelstelle angeblich nachgewiesen. Indessen giebt es auch ebenso namhafte Kenner der Dinge, wie z. B. Leydig, die wohl zugeben, daß da oben



Der Flügelfisch (Pterichthys cornutus Agassiz).
Ein gepanzerter Fisch aus der Devonzeit, ergänzt nach Traquair.
Diese Fische gehören zu den rätselhaftesten und seltsamsten Formen der Urzeit. Am auffälligsten ist die Lage des Sehorgans, das nicht, wie bei allen heute lebenden Wirbeltieren, in zwei seitliche Augen zertrennt ist, sondern aus einer einzigen großen Scheitelöffnung hervortritt.
(Vergl. die Bilder S. 251 und 253.)

irgend ein Scheitelorgan gelegen haben muß (dessen letztes Rudiment am Gehirn die Zirbeldrüse ist), aber nicht glauben, daß es mit einem Auge irgend etwas zu thun gehabt habe. Sicher ist so viel, daß in denselben Schichten mit dem Pterichthys ein ganz naher Verwandter, der ebenfalls vorne mit harten Platten verpanzerte, hinten aber anscheinend ganz nackte Coccosteus vorkommt (vergl. das Bild S. 252), der keine Spur von einem unpaaren Scheitelauge, dagegen zwei reguläre Seitenaugen, wie jeder beliebige Stör von heute, besitzt. Eine höchst auffallende Sache bleibt das Sehorgan des Pterichthys darum doch auf alle Fälle, und die Hypothesen sind daran anknüpfend lustig genug ins Kraut geschossen. Hat doch ein kenntnisreicher amerikanischer Paläontologe, Cope, den einäugigen Fisch sogar direkt an die Ascidien anzuschließen versucht, bei denen sich auch ein unpaares Auge findet, — wobei sich allerdings vorläufig die Spekulation



Der Pterichthys cornutus von der Seite gesehen.
Die Figur ist ebenso wie die auf S. 250 von Traquair nach vortrefflichen Resten ergänzt und entspricht der halben natürlichen Größe.

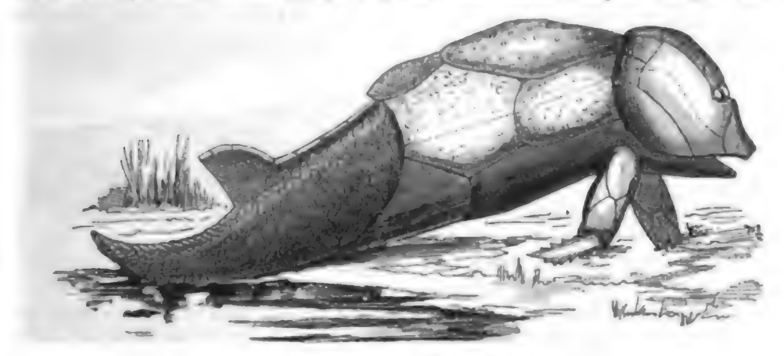
ebenso ins Bodenlose verliert, wie (nur noch ärger) bei den ebenfalls in jüngster Zeit gemachten Versuchen (W. Patten), Analogien, die auf Abstammungsverhältnisse deuteten, zwischen Pterichthys und den Spinnen und Trilobiten aufzufinden.

Ein Punkt, bei dem die Spekulation vielleicht erfolgreicher einmal einsetzen könnte, betrifft die Flossen des Flügelfisches. Ich habe oben, bei Erwähnung des Haifisches, gesagt, daß dort bereits in den vier großen Seitenflossen die vier Gliedmaßen angedeutet seien, die dem Wirbeltier-Typus fortan bis zum Menschen herauf treu bleiben. Der Pterichthys besitzt auffällig genug bloß zwei solcher Flossen, und man könnte versucht sein, noch die Tradition einer Zeit erhalten zu glauben, die weit vor der Ausbildung der Selachierflossen lag. Es kann sich aber allerdings auch bereits um einen nachträglichen Verlust durch Anpassung handeln, wie ja unsere Schlangen beispielsweise mehr oder minder ihrer ganzen Extremitäten nachträglich wieder verlustig gegangen sind. Wie dem nun sei: die vorhandenen Vorderflossen des Pterichthys geben noch ganz andere Rätsel auf.

Nicht nur, daß sie gepanzert sind wie echte Beine: sie zeigen auch noch in der Mitte eine regelrechte Knickung, in der die beiden Teile bloß durch ein Gelenk verbunden und frei gegeneinander verstellbar waren. Diese ungemein merkwürdige, bei einem Ruderorgane jedenfalls höchst auffällige und im ganzen Fischbereich nirgendwo wiederholte Anlage hat nun zu der Hypothese verleitet, der Pterichthys sei überhaupt kein eigentlicher Wasserbewohner, sondern ein Landtier (oder mindestens der nahe Abkömmling eines solchen) gewesen. An und für sich hat der Gedanke eines Fisches, der auf dem Lande herumklettert und sogar mit Hilfe seiner Brustflossen auf Bäume steigt, nichts so sehr Befremdliches, wenn man an den auf S. 134 abgebildeten Periophthalmus denkt. Über die Atmung des Flügelfisches wissen wir so gut wie nichts, können also nicht beurteilen, ob er nicht wenigstens die Widerstandsfähigkeit unserer heutigen Molchfische (Ceratodus, Lepidosiren) besessen habe, die abwechselnd durch Kiemen atmen oder ihre Schwimmblase als Lunge benutzen. Die Hypothese des Landlebens der Flügelfische und Verwandten ist von Simroth in letzter Zeit scharf erörtert und zum Ausgangspunkt weitgehender Spekulationen über eine Herleitung aller wasserbewohnenden Fische von Land- oder wenigstens Sumpftieren gemacht worden. Simroth konstruiert sich sein Bild des Pterichthys (und der verwandten Bothriolepis und Asterolepis) in folgender Weise, — zu der der Leser die nebenstehende, von ihm selbst entworfene Skizze vergleiche. „Auf einen kleinen Kopf, an dem die Augenhöhlen noch unsicher, folgt ein massiger, wie jener, mit derben Platten bepanzerter Rumpf, dazu ein Schwanz mit Schuppen, und mit einer Rückenflosse. Das Schwanzende ist aufwärts gekrümmt. Als Bewegungsorgane fungiert ein Paar Brustflossen, wie man sagt Vorderextremitäten, die sich in eine Art Ober- und

Ein anderer Panzerfisch der Devon-Zeit
(Coccosteus decipiens *Agassiz*), der vollständig den heutigen Fischen entsprechende Augen statt des Scheitelauges von Pterichthys (vergl. die Bilder S. 250 und 251) besitzt. Der Umriß ist von Traquair in 1/3 der natürl. Größe ergänzt.

Unterarm trennen, mit einer scharfen Trennungslinie zwischen beiden, einem Ellbogengelenk, an dem bei Bothriolepis hydrophilus ein kugeliger Gelenkkopf hervortritt. Ober- und Unterarm sind gleichfalls mit Platten geschient, und zwar mit gestreckten Mittelplatten, denen sich an beiden Seiten Randplatten anlagern. Möglich, daß diese Extremitäten auch als Ruderorgane dienten, wie allgemein angenommen wird. Mir scheint das Ellbogengelenk dagegen zu sprechen. Das Merkmal einer Flosse wenigstens ist bei vorhandenem Skelett durchweg das Fehlen oder Zurücktreten dieses Gelenkes. Wo Landwirbeltiere ins Meer zurückwandern, ist das Verschwinden desselben der erste Schritt, der die Umwandlung zur Flosse einleitet (Wale, Ichthyosaurus 2c.), umgekehrt bildet sich etwas diesem Gelenk wenigstens ähnliches heraus, wenn Fische sich auf den Boden stützen, mögen sie, wie



Der Fisch Pterichthys cornutus
aus der Devon-Zeit, rekonstruiert von Simroth.
Simroth ist der Ansicht, daß diese Fische sich nach Art unserer Seehunde auf dem Lande fortbewegt haben. (Das Bild nach Simroth, Die Entstehung der Landtiere.)

Lophius, am Grunde leben oder, wie Periophthalmus, am Land. Jedenfalls mußte ein so vollständiger Querbruch, wie bei der Extremität der Placodermen (Flügelfische 2c.), diese zum Ruderwerkzeug weniger geschickt machen, als zum Stützorgan. Andererseits fehlt freilich jede Ausbreitung des distalen Endes zu einer Handfläche (die sich erst später in der Wirbeltierreihe entwickelt hat), ein Mangel, der für das Rudern vielleicht ebenso nachteilig war (wenn man etwa Bothriolepis ins Auge faßt), als für die Bewegung über harten, unebenen Boden. Man hat vielleicht allein an gleichmäßig sumpfige, mit dichtem Pflanzenpolster bedeckte Uferstrecken zu denken. Doch es sind noch verschiedene Gründe, die mir einer derartigen Auffassung das Wort zu reden scheinen. Die ältesten, sicheren Landvertebraten, die wir kennen, die Stegocephalen, hatten eine ganz ähnliche Körperbedeckung. Denkt man sich aber die Placodermen etwa nach Art der Seehunde auf dem Ufer sich entlang bewegen, dann erklärt sich (bei noch weicher Chorda dorsalis) die Aufbiegung des Schwanzendes, die wir bei fast allen

echten Fischen wiederfinden, von selbst, der hintere Stützpunkt fiel nicht in die Schwanzspitze, sondern ein Stück davor. Lange Gewohnheit hat die Aufbiegung des Wirbelsäulenendes allmählich befestigt, bei der Rückkehr zum reinen Wasserleben hat sich die Schwanzflosse (zunächst heterocerk) daran befestigt, indem sie einen vorteilhafteren Halt fand, als ober- und unterhalb einer grade gestreckten Wirbelsäule. Wenn also Gliedmaßen und Schwanz des Pterichthys am besten aus terrestrischer Lebensweise sich ableiten, so deutet die Rückenflosse, klein wie sie noch ist, darauf hin, daß das Tier allerdings auch schwamm, daß es eine amphibische Lebensweise führte, wobei es nicht ausgeschlossen ist, daß auch sie bereits durch eine Rückwanderung erworben wurde. Und somit scheint mir in diesen Urfischen die Brücke zu den Amphibien gegeben, wenn auch nur ganz im allgemeinen."

Der schwache Punkt der Simroth'schen Ausführung steckt bei aller dialektischen Gewandtheit doch in den kleinen echten Flossen des Flügelfisches,

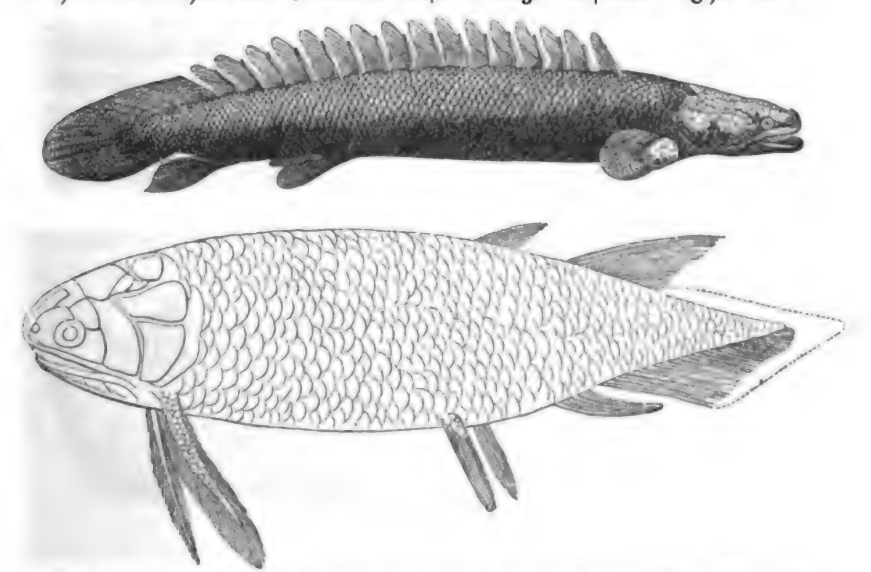


Eine uralte Fischform aus der Silur- und Devon-Zeit.
Der Panzerfisch Cephalaspis Lyelli.
Ähnliche Fische existieren heute nicht mehr, die ganze Ordnung scheint bereits mit Ende der Devon-Zeit ausgestorben zu sein. (Nach Lankaster, ½ der natürl. Größe.)

deren sogar eine mehr da zu sein scheint, als er annimmt. Sobald man einmal zugiebt, daß der Pterichthys auch geschwommen habe, läßt sich die Annahme nicht widerlegen, daß er für gewöhnlich ein Bewohner des Schlammgrundes seichter Gewässer gewesen sei. Dort mag er, bald unbeweglich im Schlamm eingegraben, auf Beute gelauert oder sich geschützt haben gleich unsern Seezungen (wobei sein harter Vorderkörper den weicheren Rückteil schützte und das Scheitelauge von höchstem Nutzen war), — bald aber auch, Nahrung suchend, wie unser Knurrhahn-Fisch auf den Strahlen seiner Brustflosse, so auf den gelenkigen „Flügeln" vorwärts gekrochen sein, — ohne doch jemals das feuchte Element ganz zu verlassen. Endgiltig entschieden ist die Frage natürlich nach keiner Seite, und die Phantasie des Lesers mag sich beide Bilder beliebig ausgestalten.

Die Flügelfischchen, die, sei es nun schwimmend oder hüpfend, jedenfalls einen überaus possierlichen Anblick gewährt haben müssen, waren nicht die einzigen Bewohner des seichten old red-Meeres aus der Gruppe der Ganoiden. In ihrer Gesellschaft tummelte sich der ein wenig größere Cephalaspis Lyelli, dessen Kopf ein einziges riesiges, nur von den paarigen Augenhöhlen durchbohrtes Knochenschild schützte, während der

Rumpf rhombisch geformte Schuppen trug. Daneben zeigten sich stattliche Fische von weniger auffälliger Form, die bereits eine starke Ähnlichkeit mit dem heute noch lebenden sogenannten Flösselhecht (Polypterus bichir) besaßen. Der Flösselhecht, ein seltsamer, auch im äußern Bilde schon recht urtümlich ausschauender Bewohner des tropischen Afrika, bildet mit den nordamerikanischen Knochenhechten (Lepidosteus) und Kahlhechten (Amia) eine Gruppe wunderlicher Reliquien des Fischgeschlechts, die mit „Hechten" nicht das mindeste zu thun haben, sondern den Rest der außer dem Stör noch lebend erhaltenen Ganoiden unserer Tage darstellen. Ihre uralten

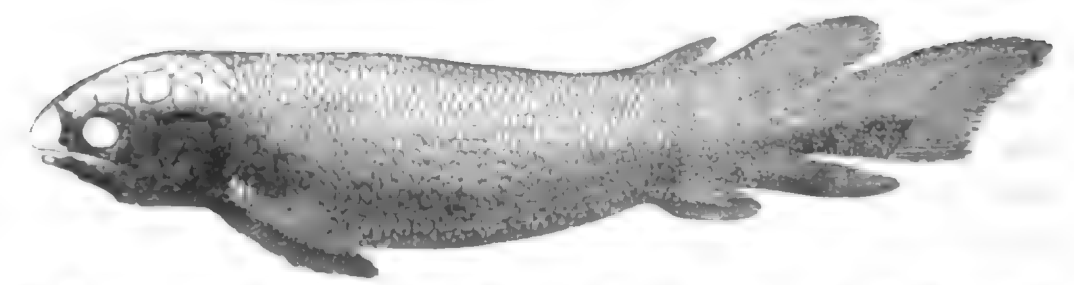


Der noch lebende Flösselhecht (Polypterus bichir) **aus dem oberen Nil und** (darunter) **einer seiner zahlreichen Verwandten aus der Devon-Zeit** (Holoptychius nobilissimus, **restauriert nach Huxley**).

Die Flösselhechte (die mit „Hechten" direkt nichts zu thun haben, vielmehr der Unterklasse der Ganoidei oder Schmelzschupper, zu der auch der Stör zählt, angehören) stellen den letzten Rest einer ehemals formenreichen Fischordnung, der Crossopterygidae oder Quastenflosser, dar, deren Blüte in die paläozoische Zeit fiel.

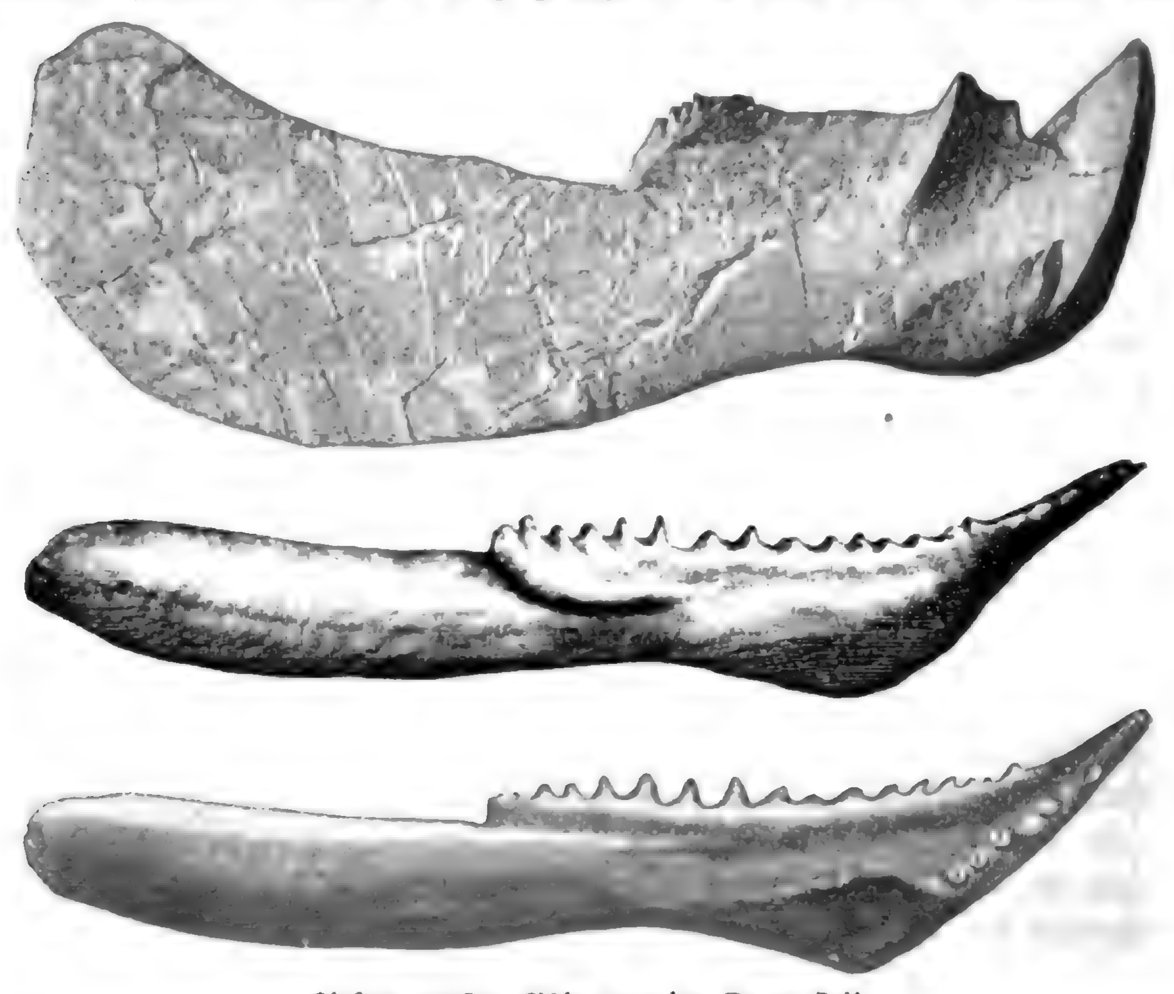
Vorfahren, wie der oben abgebildete Holoptychius, unterschieden sich wesentlich von ihnen nur durch das noch unvollständig verknöcherte Skelett — in diesem Punkte sind die Epigonen „fester" geworden, aber dafür haben sie, auf ein paar Gattungen des Süßwassers reduziert, wie sie heute sind, sich offenbar im Ocean bis auf den letzten Kopf vertilgen lassen.

Noch ein nach vielen Richtungen hin hochbedeutsamer Gast wird uns in vollständigen Abdrücken vom old red überliefert. Dem Anblick nach, wie ihn das Bild S. 256 zeigt, scheint der Dipterus ein Fisch wie alle anderen. Aber der Zoologe belehrt uns, daß er in der Beschaffenheit



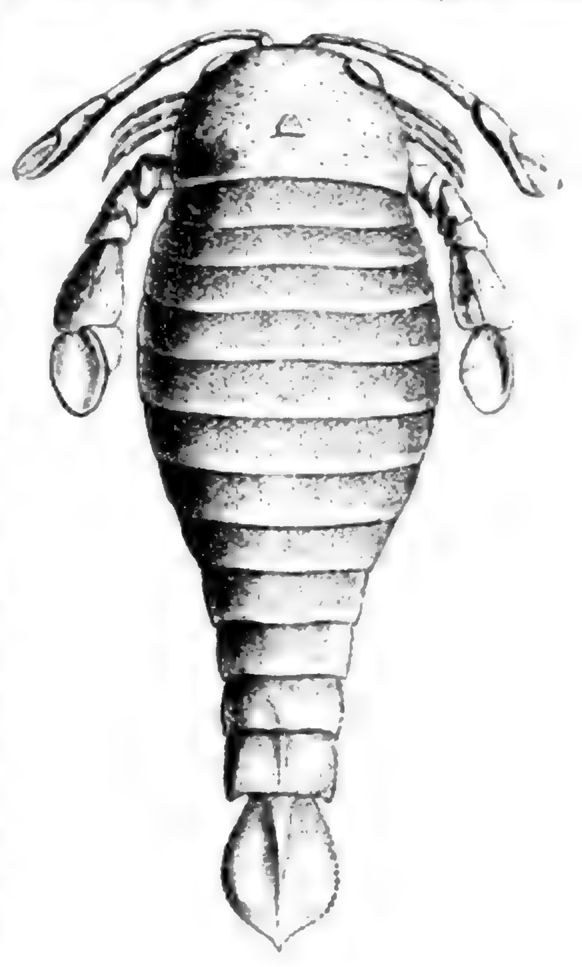
Ein Verwandter des australischen Molchfisches Ceratodus aus der Devonzeit:
der Dipterus Valenciennesii des old red sandstone von Bannisfirk in Schottland.
(Restauriert in $^2/_3$ der natürl. Größe nach Pander.)

seiner Gliedmaßen, des Schädels und der Zähne in Wahrheit eng zusammengehört mit einigen der rätselhaftesten, aber wahrscheinlich auch lehrreichsten fischähnlichen Tierformen der Gegenwart, den sogenannten Doppelatmern (Dipnoi) oder Molchfischen, die ein Bindeglied herstellen zwischen kiemenatmenden Fischen und lungenatmenden, höheren Wirbeltieren. Wir werden an späterer Stelle, bei Besprechung der Perm-Formation, noch eingehend davon hören, — für hier mag genügen, daß auch diese Ur-Dipnoer den



Kiefern großer Fische aus der Devon-Zeit.
Oben ein Unterkiefer (Innenseite) des Dinichthys intermedius *Newberry*. Der Kopf dieses gepanzerten Fisches war fast 3 Fuß lang und 2 Fuß breit; die abgebildete Kiefer ist $^1/_3$ der natürlichen Größe. Unten zwei Unterkiefer (äußere und innere Ansicht) des Diplognathus mirabilis *Newberry*, ebenfalls $^1/_3$ der natürl. Größe. (Nach Newberry.)

Ganoiden jedenfalls sehr nahe standen, also noch gut in jene Gesellschaft des old red-Meeres hineinpaßten. Wo immer old red sich gebildet hat, scheint die Ganoidenfauna eine ähnliche gewesen zu sein. Nur in der Größenentwickelung scheinen einige Specialbezirke vor andern begünstigt: so finden sich in den devonischen Schichten von Ohio (Nord-Amerika) zwei Fuß lange Unterkiefer eines Diplognathus und drei Fuß lange, zwei Fuß breite Köpfe von Dinichthys, — beide aus der Verwandtschaft von Pterichthys; Titanichthys scheint sogar noch um ein beträchtliches größer gewesen zu sein, — mit über vier Fuß Schädelbreite.



Riesenkrebs
(Pterygotus anglicus *Agassiz*) aus Ablagerungen der Devon-Formation in Schottland. Der Körper allein erreichte eine Länge von über 1 m. Gegenwärtig giebt es keine Krebse von ähnlicher Gestalt und Größe.
(Nach Woodward.)

Beim Anblick dieser grotesken Schildkröten unter den Fischen wird man sich kaum wundern können, wenn die ersten Beobachter auf Krebse rieten. Die Ähnlichkeit mit dem früher abgebildeten Molukkenkrebs ist, was das Schild und die Lage der Augen anbetrifft, bei Cephalaspis beispielsweise (S. 254) oberflächlich eine ziemlich große. Zum Glück wissen wir heute genau, wie die wirklichen Krebstiere der old red-See ausschauten. Es waren keine Trilobiten, — diese, als Bewohner wahrscheinlich der Abgründe des tiefen Meeres, wagten sich, obwohl ihre höchste Blütezeit im Silur liegt und im Devon noch eine Unmasse Arten lebten, nicht in die seichten und wahrscheinlich zum Teil brackischen großbritannischen und nordamerikanischen Becken, — aber es waren wirklich teils direkte Vorfahren, teils wenigstens Verwandte der heutigen Molukkenkrebse (Limulus). Wenn die schottischen Arbeiter im Steinbruch auf große, seltsame Gebilde, die beinahe Flügeln gleichen, stoßen, so wissen sie: es ist der „Seraphim“, der versteinerte Engel, dessen Bruchstücke allenthalben im old red zerstreut sind. Der Zoologe aber löst den Schleier des Märchens und weist uns in dem Flügel eine riesige Schere, in dem Seraphim einen anderthalb Meter langen Krebs der Silur- und Devon-Zeit, den Pterygotus anglicus. Es giebt heute keinen Krebs, der sich direkt diesem phantastischen Ungetüm vergleichen ließe, und das Bild eines Skorpions liefert vielleicht eine

bessere äußerliche Analogie. Gleichwohl hat man sich nach endlosem Streit endlich ungefähr dahin geeinigt, daß der Pterygotus Vertreter eines heute gänzlich erloschenen Zweiges der dem Molukkenkrebs verwandten Krebstiere sei und dicht neben diesem und seinen Vorfahren eine Unterordnung der Gigantostraca (der Name ist zuerst von Häckel vorgeschlagen worden, zu deutsch etwa Riesenschaler) bilde. Mit ihm zusammen tritt als jedenfalls ganz nahe stehende Form der hier abgebildete Eurypterus auf, der aber noch nicht einen halben Meter lang wird. Je nachdem man dem oben näher besprochenen sogenannten Trilobiten-Stadium in der Keimesgeschichte des Molukkenkrebses Gewicht beilegt und es nach dem biogenetischen Grundgesetz erklärt, wird man die ganze Gruppe der Xiphosura oder Schwertschwänze (Molukkenkrebs und Verwandte) und der Gigantostraca ursprünglich doch von den Trilobiten ableiten. Jedenfalls kennen wir echte Vorfahren des Molukkenkrebses (Limulus) schon als Zeitgenossen von Eurypterus und Pterygotus, z. B. den S. 259 dargestellten Neolimulus aus der Familie der Hemiaspidae, der einerseits dem Trilobitenstadium der lebenden Limulus-Larve unzweideutig

Der Eurypterus Fischeri, ein seltsamer Krebs der Silur-Zeit.

Links das ganze Tier in 1/5 der wirklichen Größe (die also eine sehr beträchtliche war), restauriert nach Fr. Schmidt. Rechts ein Durchschnitt nach der Längsachse, daneben ein Thorax- und Abdominalsegment im Querschnitt.

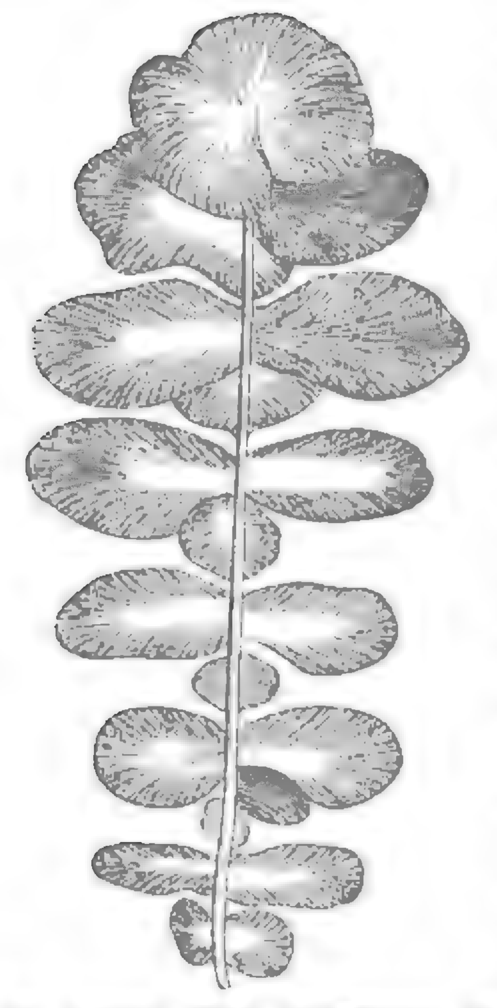
entspricht, andererseits aber wirklich auch eine starke Trilobiten-Ähnlichkeit besitzt. Mit dem ganzen Rest der heute lebenden Krebse hat diese fremdartige Gesellschaft gewiß nur die allerlosesten Beziehungen, — im Stammbaum wird man die Wurzeln beider tief unten schon trennen müssen.

Ein merkwürdiges Bild, das dieser old red uns liefert! Krebse wie Fische in den denkbar derbsten Schalen versteckt, als gelte es unablässigen Kampf auf Leben und Tod gegen irgend welche furchtbaren Räuber, — mit senkrecht empor lauernden Augen, als dringe alles Gefährliche von oben herab. Alles gemahnt an seichte, schlammige Ufer, wie sie noch heute der Molukkenkrebs bewohnt, der nur im Flutbereich sich wohl fühlt und die Ebbe gefahrlos auf dem Trockenen überdauert, oder gar periodisch eintrocknende Becken, wie sie der afrikanische Molchfisch (Bild S. 19) wählt, der die Zeit der Dürre in selbstgeformter Lehmkapsel verbringt. Welche Organismenwelt aber bewohnte nun dieses Land selber, das die flache Binnensee umschloß? Es ist zur Stunde nur wenig, was sich darüber sagen läßt, immerhin aber doch nicht Unwichtiges. Reste von **Landpflanzen** sind bereits oben erwähnt, sie scheinen durchaus schon denen der nächstfolgenden, durch ihren enormen Pflanzenwuchs so bedeutsamen Steinkohlen-Epoche zu entsprechen, deren Beschreibung im Zusammenhang des nächsten Kapitels uns eingehender beschäftigen wird. Einzelne Funde sind, ähnlich wie die angeblichen kambrischen Algen, nachträglich stark angezweifelt worden. So hat **Saporta**, der geistvollste Kenner der fossilen Pflanzen, eine prachtvolle Abbildung der „ältesten bekannten Landpflanze“, eines angeblichen Farnkrautes **Eopteris Morieri**, aus dem Unter-Silur von Angers geliefert, nach anderer etwas skeptischerer Interpretation sollen die höchst unregelmäßigen Blättchen aber lediglich anorganische Häutchen goldglänzenden Schwefelkieses sein, die sich einem Sprung im Schiefer entlang durch Infiltration gebildet haben. Wie ungemein schwer es hält, in diesen alten Schichten Anorganisches oder nur Halborganisches von Organischem, besonders aber von Pflanzenresten, zu unterscheiden, erhellt z. B. aus einer so einfachen Thatsache, daß in dem ausgezeichneten Zittel'schen „Handbuch der Paläontologie“ im Pflanzenbande nachträglich über anderthalb Bogen gänzlich wieder für ungiltig erklärt werden mußten, da sich inzwischen herausgestellt hatte, daß die dort beschriebenen und abgebildeten „Pflanzen“ teils Schwämme (also Tiere), teils von kriechenden Tieren hinterlassene Spuren, teils aber gradezu anorganische Reste waren.



Ein Krebs der Silur-Zeit (Neolimulus falcatus *H. Woodward*), der unserm noch lebenden Molukkenkrebs (Limulus) nahe verwandt ist. Links das ganze Tier (verkleinert), rechts das Kopfschild einzeln. (Nach F. Römer.)

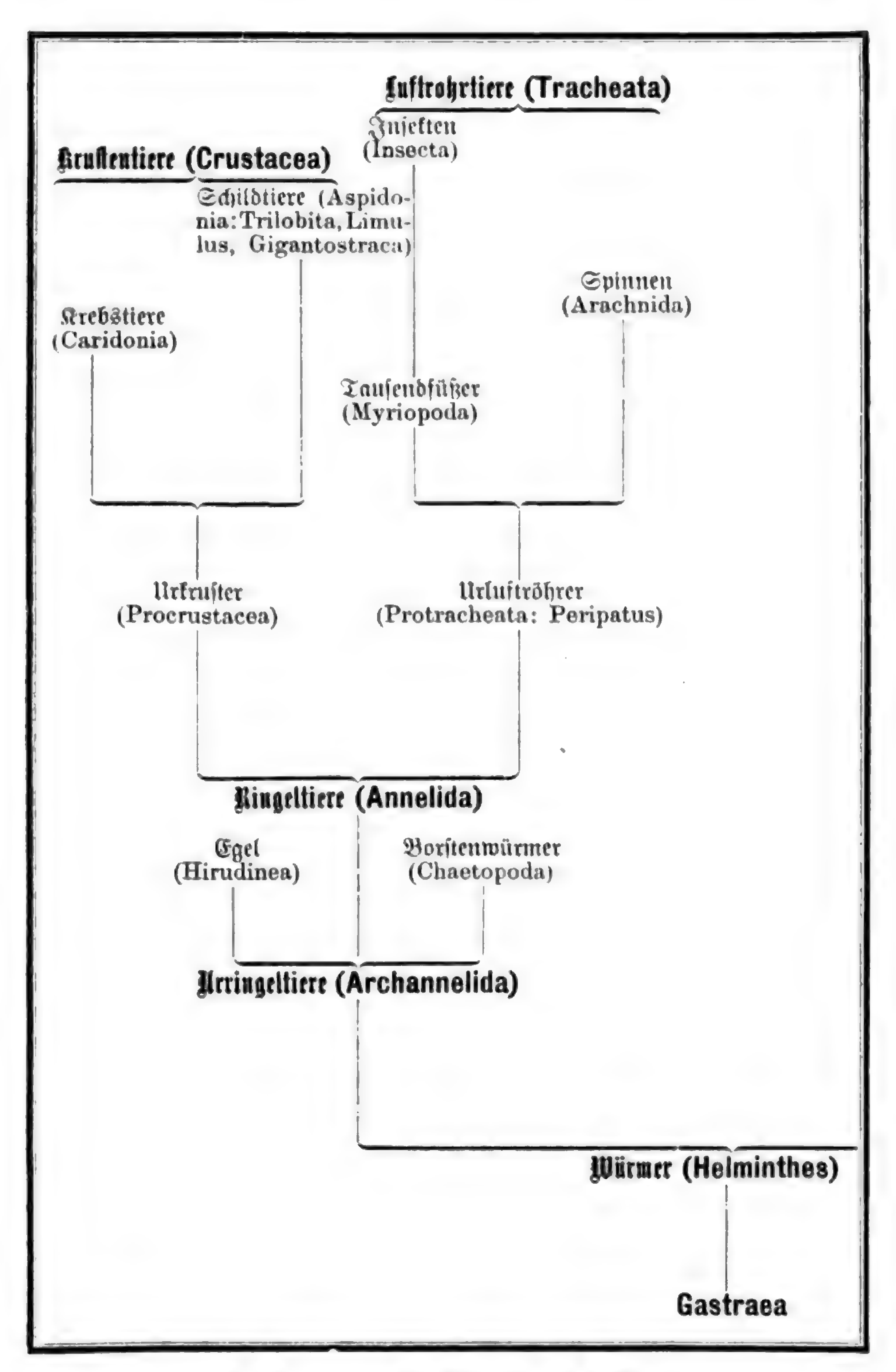
Sicherer sind einige Funde aus dem Tierreich. Ein Fall zwar, der lange Zeit Aufsehen erregt und alle Lehrbücher bereits erobert hatte, mußte



Die angeblich älteste Landpflanze: ein Farnkraut (Eopteris Morieri) der Silur-Zeit (aus dem Untersilur von Angers in Frankreich). Der Ruhm dieses uralten Pflanzenabdrucks wurde 1877 von dem großen Paläontologen Graf Saporta verkündet, ist aber nicht unbestritten geblieben. Die vermeintlichen Blättchen sind von anderer Seite als anorganische Gebilde (Schwefelkies) gedeutet worden, so daß ein ganz sicheres Dokument hier unbedingt nicht vorliegt.

auch hier rückgängig gemacht werden. Man glaubte ein echtes Reptil bereits aus dem schottischen old red zu besitzen, das Telerpeton Elginense. Aber der alte rote Sandstein war mit dem Buntsandstein der Triasformation verwechselt worden, und die angeblich devonische Eidechse rückte weit herauf bis in die Sekundärzeit. Dafür zeigte sich ein anderer Stamm der höheren Tiere in einer bereits ganz staunenswerten Landentfaltung. Es ist derselbe, zu dem tief an der Wurzel auch jene Krebse, die oben besprochen sind, gehören: der Stamm der Gliedertiere. In dem Stammbaum, wie ihn das nebenstehende Schema giebt, gipfelt dieser an Arten so ungeheuerlich reiche Stamm sich gleich dem der Wirbeltiere (aber gänzlich unabhängig von ihm) herauf aus dem Kreise der Würmer. Nur daß hier der Anschluß unverhältnismäßig deutlicher ist. Die bekannteste aller Würmergruppen, zu der Regenwurm und Blutegel gehören, die sogenannten Ringelwürmer oder Anneliden, leiten so offenkundig zu den Gliedertieren oder Gliederfüßern im engeren Sinne, d. h. den Krebsen, Tausendfüßern, Spinnen und Insekten über, daß schon Cuvier sie mit diesen direkt zu einem Kreise der Gliedertiere im weitern Sinne vereinigt hatte, — eine Zusammenfassung, auf die neuerdings von Häckel wieder als die beste zurückgegangen wird. Als unmöglich stellt sich bei Konstruktion eines Stammbaums im weiteren dann allerdings schon aus rein anatomischen Gründen heraus, von den Ringelwürmern die andern Klassen in direkter Steigerung abzuleiten.*)

*) Zur Orientierung des Lesers im folgenden ist auch hier wieder ein „Stammbaum" beigefügt, wie ihn Häckel für die Gliedertiere entworfen hat. Es versteht sich, daß diese Stammbäume der einzelnen Gruppen im allgemeinen nur einen provisorischen Wert besitzen und nicht wie ein Glaubensartikel auswendig gelernt werden dürfen. Immerhin erleichtern sie das Verständnis der mit Worten oft sehr schwer zu definierenden Verwandtschaftsverhältnisse in hohem Grade. Die ersten dieser Stammtafeln hat Häckel 1866 in seiner „Generellen Morphologie" geliefert, seither ist von ihm und andern dann mit wachsendem Glück auf dem Gebiete gearbeitet worden.

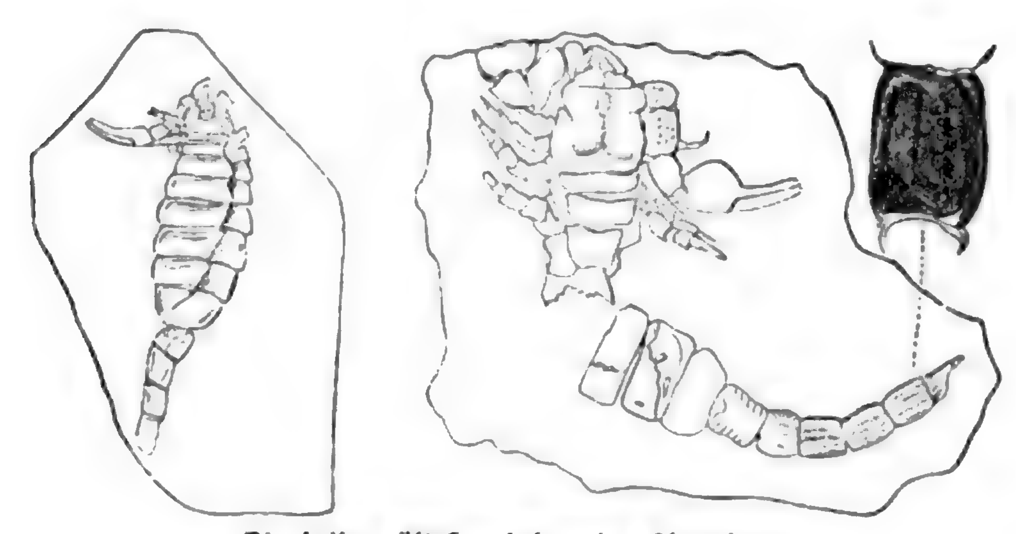


Der Stammbaum der Gliedertiere nach Häckel.

Die Krebse müssen ihre besondere (noch sehr unklare, vielleicht in der Nähe der Trilobiten liegende) Wurzel bei den Anneliden gehabt haben, und parallel dazu scheint aus einer andern Ecke der Ast erwachsen zu sein, der über die Tausendfüßer zu den Insekten führt. Anatomisch unterscheidet sich der Tausendfüßer bereits sehr stark vom Ringelwurm durch die Abwesenheit gewisser in jedem Leibesgliede wiederholter Nierenkanäle, die Existenz von Beinen und die eigentümlichen Atmungsorgane, die man als Tracheen bezeichnet, und die in einem System luftführender Röhren bestehen, die sich von der Haut aus ins Innere des Körpers verbreiten. Glücklicherweise lebt aber heute noch unter feuchtem Holz in den verschiedensten Ländern (Südamerika, Kap, Australien, Neu-Seeland) ein seltsames Tier, das in sich die trennenden Merkmale beider Klassen friedlich vereinigt: der Peripatus (zu deutsch „der Spaziergänger"), ein Ringelwurm mit Segmentalnieren, der doch stummelhafte Beine und echte Tracheen besitzt. Über ähnliche Formen hinweg muß vor alters der Weg vom Ringelwurm zum Tausendfuß geführt haben. Und zwar sehr vor alters. Denn auf dem Festland des old red krochen bereits Tausendfüßer zur Silur- und Devon-Zeit herum. Das Bild zeigt einen Abdruck aus dem schottischen Devon, es giebt aber jetzt noch einen weit älteren Rest ganz vom Beginn des Silur. In demselben alten Silur aber war die Entwickelung des Gliedertierstammes bereits ein weites Ende auch auf dem Lande über so einfache Typen wie den noch äußerlich ganz wurmähnlichen Tausendfuß herauf gediehen bis auf eine

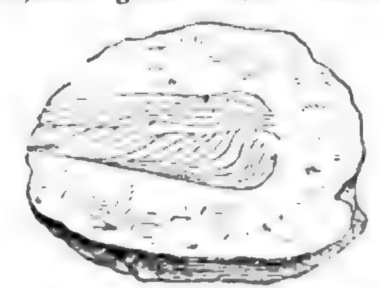


Ein Tausendfuß (Archidesmus Macnicoli) der Devon-Zeit, aus Schottland. (Natürliche Größe. Nach Peach.)

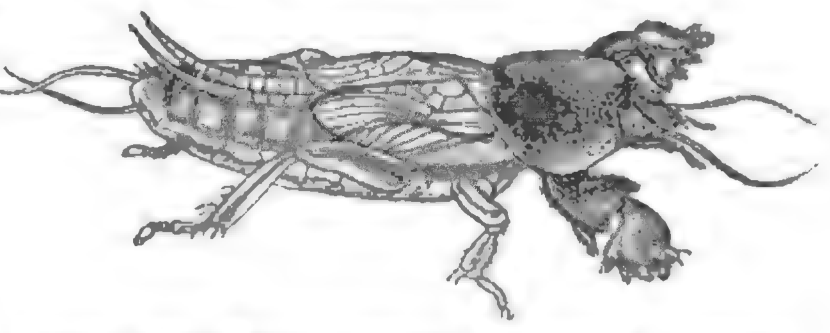


Die beiden ältesten bekannten Skorpione.
Palaeophonus nuncius (rechts) aus dem oberen Silur der Insel Gotland und Proscorpius Osborni aus dem oberen Silur von Waterville in Nordamerika. (Natürliche Größe; rechts oben ein Schwanzglied vergrößert.) Diese beiden Skorpione gehören gleichzeitig zu den ältesten überhaupt bekannten Resten landbewohnender Tiere auf der Erde.

Parallelhöhe zu den Krebsen vom Schlage des Eurypterus: mit der Bildung nämlich des echten Skorpions. Der Skorpion, dieser Krebs des Landes, ist heute eine der charakteristischen Gliedertierformen, unverkennbar in seiner scharfumrissenen Gestalt. Seine uralten Ahnen geben ihm darin nichts nach. Auf unserem Bilde erscheinen zwei Skorpione des oberen Silur, der eine aus Nordamerika, der andere von der Insel Gotland; zu dem einen, dem Palaeophonus, sind auch analoge Exemplare in Schottland gefunden worden. Selbst hier aber stand die Gliedertier-Entwickelung dieser uralten Zeit noch nicht still. Tausendfuß und Skorpion werden sich damals wie heute unter Steinen geborgen haben. Dabei mag ihnen ein seltsamer Geselle begegnet sein, der heute noch, wenn das Grabscheit des Gärtners ihn zufällig ans Licht wirft, wie eine wahre Teufelsfratze erscheint, in Wahrheit aber eine der vollkommensten Anpassungen der Natur an ein unterirdisches Grableben darstellt. Es ist die Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris). Im Mittel-Silur von Calvados in Frankreich hat sich der Abdruck eines Flügels gefunden, den man auf eine solche Grille deutet, und mit dem man vorläufig den ältesten Rest eines echten Insekts besitzt, der je in Menschenhand gekommen ist. Schon diese Urgrille mag sich zu kurzem Fluge erhoben haben. Energischer aber jedenfalls schwirrte bereits ein Insekt des Devon über Wasser und Land: die riesige Eintagsfliege Platephemera antiqua, deren Flügel sich in Nordamerika gefunden hat. Wenig fehlt — und der Gliedertierstamm stände schon bis zur Spitze fertig vor uns; jeder Tag kann uns einen devonischen Käferflügel oder Ähnliches liefern. Ein tiefes Staunen muß den Beobachter ergreifen. Nicht das Spärliche der Funde darf ihn wundern, denn er erhält ja nur, was zufällig ins Meer geschwemmt oder verweht wurde von dieser Landfauna. Was überrascht, ist die Reichhaltigkeit der Formen innerhalb der paar Funde.

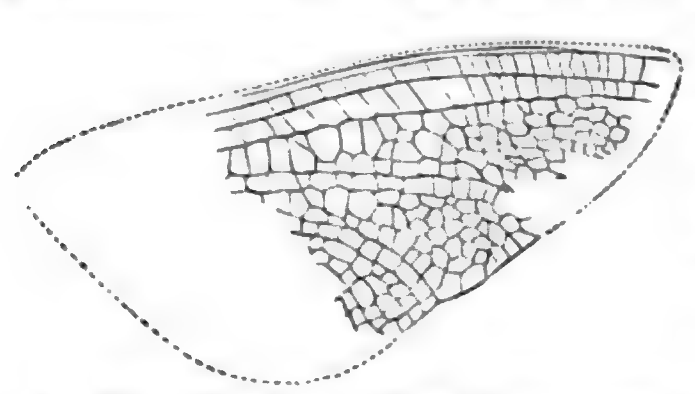


Der älteste bekannte Insekten-Rest der Erde: Ein Flügel von Palaeoblattina Douvillei aus dem mittleren Silur von Calvados (Frankreich). Dieser Flügel ist älter als die S. 262 abgebildeten Skorpione und wohl der älteste uns erhaltene Rest eines landbewohnenden Tieres. Man deutet ihn auf einen Gradflügler, vielleicht aus der Verwandtschaft unserer großen Maulwurfsgrille (Gryllotalpa), die als Muster hierneben geboten ist. (Das Bild nach Brongniart, $^2/_3$ nat. Größe.)



Unsere deutsche Maulwurfsgrille (Gryllotalpa vulgaris). Wie der obenstehend abgebildete uralte Flügel aus dem Silur zu beweisen scheint, gehören die Maulwurfsgrillen zu den ältesten Insekten und landbewohnenden Tieren überhaupt.

Auf welche ungeheure Vergangenheit mußte dieser vom Wurm bis zur Eintagsfliege heraufentwickelte Gliedertierstamm bereits im Silur und Devon zurückblicken? Wie lange mußte das Leben schon die Festländer besitzen, — diese geheimnisvollen Ur-Festländer, die wir bloß aus ihren Sedimenten kennen, die der Fluß in Jahrtausenden losgenagt und im Meere begraben hatte! Wie ein Blitz beleuchten die paar Funde eine schier endlose Folge der Zeiten. Jede der tausend nötigen Umwandlungen, um vom Peripatus zum Skorpion und zur Grille, von der Grille zur Eintagsfliege zu gelangen, war zweifellos bedingt durch die tiefgreifendsten Umwandlungen der äußeren Existenzbedingungen, die jede wieder für sich nur Produkt sein konnten einer Summierung zeitlich weit ausgedehnter Einzelwirkungen meist geringfügigster Art, die ein Beobachter kaum wahrgenommen haben würde, so verzettelte sich ihre Leistung über eine Millionenfolge der Jahre. Jenseits dieser ganzen Linie aber, von der man meinen sollte, die Riesenlasten aller krystallinischen Schiefer reichten nicht, um ihre Länge genügend anzudeuten, erschließt sich erst jene im vorigen Kapitel eröffnete Perspektive: der Aufstieg vom Urtier über die hypothetische Gasträa weg zum Wurm und weiter dann die Umwandlung des Wassertiers in ein Landtier, das — mit der Eintagsfliege — im Devon sogar schon ein echtes fliegendes „Lufttier“ geworden ist. Die wahre Länge der Erdgeschichte und die Lückenhaftigkeit unserer Überlieferung umschließt das Bild mit einem Blick.



Der Flügel einer Eintagsfliege (Platephemera antiqua) der Devon-Zeit.
Aus dem Devon von Neu-Braunschweig (Amerika). Natürliche Größe.

Es wäre ein außerordentlich großer Verlust für unsere Forschung, wenn wir die Heraufentwickelung der Tierwelt in der Silur- und Devon-Zeit bloß verfolgen könnten an den Resten, die uns der old red bewahrt. Lange vor und gleichzeitig mit derselben Epoche, da dort im Schlamme des Seichtwassers der Flügelfisch sich barg und der Riesenkrebs Pterygotus sich wälzte, blühte an andern Orten eine üppige Meerfauna, die das Erbe dessen übernommen, was wir im vorigen Kapitel als kambrische Tierwelt kennen gelernt haben. In den silurischen und devonischen Meeres-sedimenten, die in gewaltiger Mächtigkeit und Ausdehnung die verschiedensten Länder noch heute bedecken, finden sich stellenweise ihre Reste in ungeheurer Anzahl und zum Teil in vortrefflicher Erhaltung. Eine einzigartige Fund-

grube der Art ist beispielsweise für die Silur-Zeit das an sich relativ sehr kleine silurische Gebiet in Böhmen, wo sich auf engem Raum gegen 4000 verschiedene Tierformen zusammendrängen. Ähnliche Zeugnisse der Fülle der silurischen Oceanfauna liefert der Norden Europas. „Wer jemals Gelegenheit gehabt hat,“ erzählt Koken, „die silurischen Gebiete Skandinaviens oder Esthlands zu durchwandern, wird sich des Gegensatzes erinnern, den diese versteinerungsreichen Gesteine gegen das Kambrium bieten. Besonders auffällig tritt dies an dem Glinte Esthlands hervor, wo über einförmigen Sanden und Schiefern, mit denen das Kambrium endigt und über den Zwischenbildungen des Glaukonitsandes und -Kalkes mit immerhin ärmlicher Fauna die Vaginatenkalke oft aus den Schalen von Mollusken wie zusammengebacken erscheinen. An manchen Stellen, z. B. am Jaggowalschen Bach, sind die tafelförmigen Schichtflächen in größerer Erstreckung entblößt. Hier sieht man auf den alten Meeresgrund, der die herabsinkenden Gehäuse der Schwimmer aufnahm, in dessen Schlamm Schnecken, zweischalige Muscheln, Trilobiten und Seelilien lebten und vergingen. Die langen Röhren der Orthoceren liegen wie Wurfspieße und Lanzen kreuz und quer in der Fläche, und man kann danach ermessen, bis zu welchen Dimensionen diese den Tintenfischen verwandten Tiere anwuchsen.“ Aus England selbst sind (aus den dortigen silurischen Meeresablagerungen, die einer sehr viel früheren Epoche entsprechen, als der old red) die sogenannten Dudley-Platten berühmt, in denen zahllose Versteinerungen (Trilobiten, Brachiopoden, Korallen u. a.), eine an die andere gedrängt, den ganzen Stein buchstäblich zusammensetzen und vielfach einen prächtigen Anblick hervorrufen, der schon im vorigen Jahrhundert die Sammler entzückte. Für den Devon, also die engere Parallelstufe zum old red, ist das günstigste Terrain der Erde der Eifelkalk. Schon einmal, im ersten Bande dieses Werkes, ist uns der schöne, blaue Spiegel des Laacher Sees mit seinem grünen Laubkranz als ein geologisch denkwürdiger Ort entgegengetreten. Explosive Kräfte der Erdtiefe haben dort in relativ junger Zeit runde Löcher in die horizontalen Gesteinsschichten gesprengt, die, vom Wasser nachmals erobert, heute zum sogenannten „Maar“ geworden sind. Die Epoche, da jene Schichten selber sich bildeten, ist aber eine sehr viel ältere. Jene zahllosen Bruchstücke und Schalen von Seelilien, Korallen und Brachiopoden, die gelegentlich eine ganze 10 m dicke Schicht als loses Haufenwerk direkt zusammensetzen und darüber wie darunter sich allenthalben im Kalke in unerschöpflicher Fülle drängen, sie alle sind Kinder des uralten devonischen Oceans, der damals das ganze Rheinland Hunderte von Quadratmeilen zu beiden Seiten des Stromes bedeckte. Versuchen wir es, ein paar Hauptzüge aus dieser reichen, über zwei lange Formationen fortgesetzten Tierfolge, wie sie diese und andere glückliche Fundstellen uns bewahrt, zu skizzieren.

Der Leser werfe noch einmal einen Blick auf den früher gegebenen mutmaßlichen Stammbaum der Tiere. Er erinnert sich, daß mit Ausnahme der Wirbeltiere alle dort vermerkten Hauptstämme im Kambrium bereits vertreten waren. Von den Wirbeltieren ist oben dargelegt, wie sie gleich zu Beginn des Silur sich auch einstellen. So kann unsere Betrachtung jetzt bereits sich ganz auf jenes Schema stützen und Stamm um Stamm auf seine Vertreter im silurisch-devonischen Ocean prüfen.

Heliosphaera actinota.
Ein Strahlentierchen (Radiolarie) mit zierlichem, aus strahligen Kieselnadeln bestehendem Skelett. (Stark vergrößert.)

Wenn der Forscher heute mit seinem Schleppnetz die tiefen Abgründe des Meeres sondiert und Schlammproben heraufholt, so findet er den Schlamm da unten durchsetzt mit zahllosen mikroskopisch kleinen Kieselschalen der zierlichsten Form. Lebende Protoplasmamasse erfüllte sie einst, der Leib winziger einzelliger Urtiere aus der Klasse der Strahlinge oder Radiolarien, die sich in ihnen schwebend auf der Fläche des Meeres oder in verschiedenen Tiefen erhielten. Es hat einen geheimnisvollen Reiz, sich in den Gedanken hineinzuleben, wie hier das formloseste Klümpchen Lebensstoff bereits Werkmeister der prächtigsten Gitterkugeln, Kreuze, Sterne und Kronen wird, ohne daß wir bisheran einen klaren Einblick in die ursächliche Verknüpfung dieser Dinge zu gewinnen wüßten. Aber uralt ist die architektonische Gabe der Strahltierchen jedenfalls, denn bereits ihre Vorfahren in der Silurzeit bauten die zierlichsten Gehäuse, die, genau wie heute, nach dem Tode des Tieres in den Schlamm der Tiefe sanken und dort zur Versteinerung gelangten. In späteren Epochen haben sie ganze Inseln aufgemauert durch Anhäufung solcher dem bloßen Auge einzeln nicht mehr sichtbaren Schälchen (Barbados, die Nikobaren), und eines unserer früher geschätztesten Werkzeuge, der Feuerstein, verdankt ihnen zum großen Teil seine Existenz.

Dennoch waren sie nur schwache Baumeister gegen ein Tiergeschlecht, das erst aus ihresgleichen nach Überwindung der Blastäa- und Gasträa-Stufe hervorgehen konnte: das Geschlecht der riffbildenden Korallentiere. Aus den Meeren der Silurzeit bereits wuchsen gigantische Felsen, die keine Faltung der Erdrinde, kein abgelagertes Sediment und keine emporquellende plutonische Masse gebildet, sondern die einzig dastanden als die Schöpfung der unablässigen Einzelarbeit zahlloser Millionen von kleinen Einzeltieren, die im Prinzip alle jener typischen Monoxenia entsprachen. Das Wort „Korallenriff" ist in unseren Tagen in aller Welt Munde. Trotzdem weiß eine sehr große Menge von Menschen nicht, wo sie anknüpfen soll, um das Wort mit einem klaren Bilde zu verbinden. Zunächst ist dazu der Besuch eines Aquariums, wie es unsere großen Städte jetzt zum Glück zu besitzen pflegen, nötig. Hinter den Scheiben der Seewasserbecken erscheint da eine seltsame Welt, Geschöpfe, die in ihren üppigen Farben wie in der eigentümlichen Form durchaus an Blüten erinnern. Auf einem am Stein haftenden dicken Stiel breitet sich eine Art kleiner Sonnenblume oder Aster aus, bald herrlich rot, bald orangegelb, weiß oder grün gefärbt. Aber aufmerksame Beobachtung zeigt in der vermeintlichen Blüte eine verdächtige Beweglichkeit. Die zarten Kronenblättchen erweisen sich als zähe Arme, die sich über einer unvorsichtig nahenden Beute gierig zusammenschließen. Mitten in ihrem Kreise lauert ein gefräßiger Mund, der in einen Magen führt. Vor uns steht ein Tier, und zwar nicht einmal eins der allerniedrigsten Art: die Aktinie oder Seerose. Sie ist gleichzeitig der Urtypus auch der Koralle. Was diese — das Wort in landläufigem Sinne gefaßt — von der weichen Seerose trennt, lehrt der Schmuck am Halse unserer Mädchen. Die harte, glänzend rote Masse, die wir da als „Koralle" erblicken, ist das Kalkskelett, das gewisse den Seerosen sonst völlig gleiche Pflanzentiere entwickeln. Die Art, wie dieses Kalkskelett bald als innere Achse, die gleichsam in das weiche Tier hineinragt (z. B. eben bei unserer roten Edelkoralle, die den Schmuck liefert), auftritt, bald aber eine Art Zelle darstellt, bei der das Kalkgerüst der Körperwand gewissermaßen einen Becher um die Weichteile bildet, liefert grobe Unterscheidungsmerkmale einzelner Untergruppen der Korallen, für alle aber ist eben die Existenz irgend eines Skelettes das Charakteristische. Für die Riffbildung wird es entscheidend durch die Verbindung mit einer Existenzgewohnheit, die mehreren niedrigen Tierklassen eigentümlich ist, nämlich dem geselligen Beisammenhausen, ja hinsichtlich des Skelettes dem völligen Miteinanderverwachsen zahlloser Individuen. Schon jeder kleine Zweig jener Edelkoralle ist der Rest eines solchen Tierstocks, — im lebenden, ungestörten Zustande würde

Ein Einzeltier der Edelkoralle. Vergrößert.

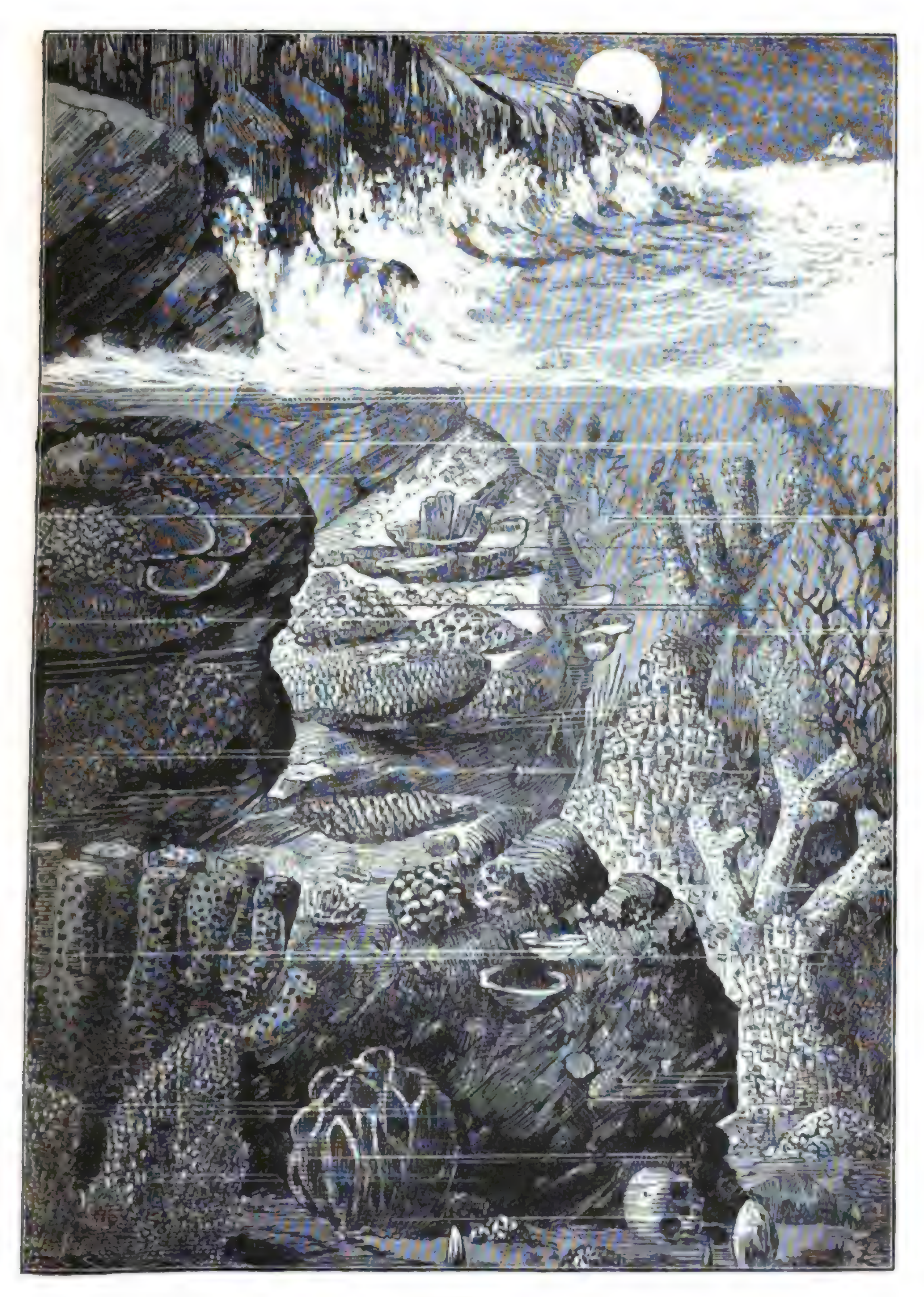
man aus der roten Masse zahlreiche weiße Blütenköpfchen, d. h. den Seerosen entsprechende Fangarmkränze und Mäuler der Individuen hervorlugen sehen. In den warmen Meeren der Erde aber nun bringen es jene anderen Korallen mit dem mehr becherartigen Hautskelett auf ähnlichem Wege zu so kolossalen Kolonien, daß trotz relativer Kleinheit der Einzelindividuen doch die ganzen verschmolzenen Kalkmassen des Kolonie-Skelettes riesige Dimensionen anzunehmen beginnen. Denkt man sich solche Bildung vollends am gleichen Fleck über eine längere Folge von Generationen fortgesetzt, bei denen die nächste immer wieder auf dem abgestorbenen Kalkmaterial der vorhergehenden sich aufbaut, so begreift man, welche Gesteinsklötze da mit



Eine Korallen-Ringinsel (Atoll).
Die Tatakotoroa- oder Clarke-Insel im Stillen Ocean.

der Zeit geschaffen werden müssen, zumal wenn gar noch irgend welche besonderen Umstände geologischer Art begünstigend hinzukommen. Auf solche geologischen Hilfsmotive zuerst hingewiesen zu haben, ist das große Verdienst von Darwin.

Der Reisende, der die Tropenmeere, vor allem die korallenreiche Südsee durchschifft, stößt dort auf eine höchst seltsame Erscheinung. Fern ab von jeder Festlandküste bietet sich seinem Blick ein einsames Eiland dar. Wie ein Turm steigt es fast senkrecht aus einer ungeheuren Tiefe (unter Umständen über 600 m) herauf, um sich dann nur ganz flach über den Meeresspiegel zu erheben, auf dem es einen kraterartigen, innen abermals mit Wasser ausgefüllten Ring bildet. Das ist das typische Atoll oder Lagunenriff, wie es das Bild in seiner zahllos in der Südsee und dem Indischen Ocean wiederholten charakteristischen Gestalt zeigt. Als vor jetzt



Korallen.

über hundert Jahren der Naturforscher Reinhold Forster auf einer der denkwürdigen Pionierfahrten Cooks durch die Südsee zum erstenmal feststellte, daß diese Inseln an ihren oberflächlich zugänglichen Stellen sich durch und durch als echte, lebende Korallenmasse erwiesen, da wußte er keine andere Lösung so rätselvoller Bildung als die, daß hier die Korallentiere es fertig gebracht hätten, einfach vom tiefsten Meeresboden bis zum Seespiegel herauf durch unablässiges Aufeinanderlagern ihrer winzigen Kalkbecher im Laufe der Zeiten diese steilen Türme herzustellen, lebendige Pfeiler, durch die der höchste Mammutbaum und alle menschlichen Bauwerke grandios überflügelt schienen. Die Hypothese wurde sofort unhaltbar, als die geringste Beschäftigung mit der Lebensweise der Korallentiere nachwies, daß alle diese Tiere konsequent nur im seichten Wasser leben, also unmöglich je von den Abgründen des Oceans in der gedachten Weise heraufgeklettert sein können, wobei auch die Beobachtung an den Riffen selbst half, indem sie beim Sondieren größerer Tiefen an der Riffwand stets nur abgestorbene Reste statt des oben blühenden Lebens feststellte. Ebenso unglücklich, wie die Forster'sche Hypothese, erwies sich eine zweite, die an die eigentümliche Ringform der Atolle anknüpfte und als Basis des Korallenbaues die Kraterränder versunkener, unterseeischer Vulkane voraussetzte. Das müßten wunderliche Vulkane gewesen sein, die in so zahllosen Fällen sämtlich grade bis an die Korallengrenze des Seichtwassers untergesunken wären, und auch Form und Größe der Riffe widersprach allem, was uns irgend über Vulkane bekannt ist. Erst Darwin gab vor nun mehr als einem halben Jahrhundert eine Lösung, die vermöge ihrer Logik sich das größte Ansehen verschaffen mußte. Die nächste und einfachste Form des Korallenriffs, die Darwin zum Ausgangspunkt seiner erst zum Schluß beim Atoll anlangenden Betrachtung nahm, ist das gewöhnliche Küstenriff. Wo immer das felsige, mit oberflächlich verborgenen Klippen bestandene Ufer von Festland oder Insel in warmen Zonen den Korallen die nötigen Existenzbedingungen, vor allem Anhaltspunkte innerhalb einer gewissen Tiefe stellt, da sehen wir die Korallentiere einen kalkigen Saum, ein „Riff" ausbauen, das steil von einer Tiefe von einigen dreißig Metern bis zum äußersten Ebbeniveau ansteigt. Solcher lebendige Saum umgürtet schon die Küsten des Roten Meeres, wo ihn hervorragende Forscher (u. a. Häckel) eingehend studieren konnten. Das Saumriff wird im Laufe der Zeiten hinsichtlich seiner Höhe stets in die angesetzten Grenzen als unüberbrückbare Punkte eingeschlossen bleiben, falls der Untergrund und der Meeresspiegel konstant bleiben. Ganz anders jedoch, wenn letztere Faktoren wechseln. Nehmen wir an, daß der Meeresspiegel ein Stück steigt oder (was in der Wirkung gleich ist) die Küste ein Stück sinkt. Die untersten Korallenpartieen geraten unter das erwähnte Lebensniveau und sterben ab. Oben aber ist ein neuer Raum gegeben, der bebaut werden kann und

alsbald auch bebaut wird, so daß im ganzen (als Kalkmasse, einerlei ob lebend oder tot) jetzt das Korallenriff eine vertikale Vergrößerung erfährt, und zwar so lange, bis abermals das Ebbeniveau erreicht ist. Aber das Sinken des Landes soll nicht beim einzelnen Ruck bleiben: es soll eine langsame, aber unablässige Senkung stattfinden. Kann die Korallenaufhäufung mit ihr Schritt halten, so wird sie ein unablässiges Anwachsen der absoluten Höhe des Riffs bewirken, ohne daß die relativen Grenzen der lebendigen Riffschicht sich ändern: was unten ausfällt, wird oben nachgemauert mit der Sicherheit eines automatisch regulierten Mechanismus. Man begreift leicht, wie bei solchem Sachverhalt für den oberflächlichen Beschauer die Korallenriffe, die sich ringsum eine sinkende Insel ziehen, gar keine Veränderung, kein Sinken des faktischen, tragenden Gesteinsniveaus erkennen lassen. Sichtbar werden muß das allgemeine Sinken nur innerhalb des Riff-Ringes, wo die früher hoch über Wasser ragenden, den Korallen bisher unzugänglichen Teile der Insel nach und nach bis zur Ebbegrenze herabkommen. Allerdings könnte man sich denken, daß auch hier die Korallen von außen nach innen das ihnen brauchbar werdende Terrain horizontal erobern und dann für die Folge auch am weiteren vertikalen Verschwinden über die Ebbegrenze hinab verhindern müßten. Der Erfolg wäre dann letzten Endes eine absolut flache, dem niedrigsten Wellenspiegel ungefähr gleichgestellte Korallenkalkinsel als Rest der ursprünglichen. Aber eine zweite, mit den Ernährungs- und Fortpflanzungsverhältnissen zusammenhängende Lebensgewohnheit der Riffkorallen tritt hier in den Weg: sie gedeihen durchweg nur an der äußeren, der freien Brandung des Oceans zugänglichen Inselseite, die innere, dem Binnenraum zugekehrte kommt nicht zur Entfaltung, auch wenn dieser Raum Wasser und flachen Fels im richtigen Niveau darunter infolge des Sinkens zu bieten beginnt. So erst ist es möglich, daß ein echtes „Atoll" entsteht: rings als Ring das von den Korallen gleichsam ideell gerettete alte Landufer und dazwischen ein tiefer Binnensee, in dem das eigentliche Land längst verschwunden (untergetaucht) ist. Bisweilen ragt noch eine höchste Erhebung der ehemaligen Insel hervor, die dann in der Ferne von dem Riff wie einer seltsamen Kette umringelt wird. Das Riff selbst mag im Laufe der Zeiten wohl ein kleines Stück über den Oceanspiegel heraufkommen und dadurch recht deutlich sichtbar werden, da die Wogen allerlei losgerissene Kalktrümmer auf ihm anhäufen werden. Angeschwemmte Pflanzenkeime, vor allem Kokosnüsse, beginnen den Mauerrand mit Vegetation zu beleben, selbst der Mensch siedelt sich gelegentlich auf dem schmalen Landsaume an. So entsteht jenes wunderbare Bild, das die Reisenden entzückt und wirklich seinesgleichen nicht hat unter den Landschaften der Erde.

Darwins Korallentheorie, die von Dana und Lyell unterstützt wurde, ist, wie so viele seiner genialen Erklärungsversuche, wohl angefochten, aber

bisher nie widerlegt worden. Ihr schwierigster Faktor ist die Hilfshypothese der beständigen langsamen Senkungen des Landes (resp. Hebungen des Meeresniveaus). Die Korrekturen, die man bei der ganzen Theorie seither gern anzubringen versucht hat, setzten alle hier ein, ohne daß man jedoch etwas nach allen Seiten Befriedigendes ausfindig machen konnte. Thatsache ist, daß der Meeresspiegel an den verschiedensten Orten der Erde noch in historischer Zeit den auffälligsten Schwankungen unterlegen ist.

Das auffälligste und am längsten bekannte Phänomen der Art bietet die schwedische und norwegische Küste. Hier wurde schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts eine wachsende Veränderung der Strandlinie beobachtet: der Meeresspiegel schien zu sinken. Linné und Celsius brachten Strandmarken an, die das kontrollieren sollten, und an der Thatsache der Veränderung blieb fortan kein Zweifel. Nur das erschien als Problem in der Folge, ob wirklich das Wasser sinke, oder ob nicht das Land emporsteige. In der Zeit Leopold von Buchs, da man jene früher (Bd. I) besprochene irrige Hypothese über die blasenförmige Erhebung des Bodens bei den Vulkanen verfechten zu müssen glaubte, ließ man natürlich auch gern die Wagschale zu Gunsten der Landerhebung sich neigen. Diese Ansicht hat lange ziemlich unbestrittene Geltung besessen. Neuerdings ist man aber doch wieder skeptisch geworden. Man glaubte auch nach Fall der Vulkantheorie doch noch eine ganze Reihe von andern Beispielen zu besitzen, die unzweifelhaft gelegentliche, noch in die historische Zeit fallende Hebungen des Landes beweisen sollten und also für Skandinavien die beste Analogie bieten mußten. Das berühmteste Paradebeispiel der Schule waren die Ruinen des Serapis-Tempels von Pozzuoli bei Neapel. Die paar defekten Säulen dieses alten Heiligtums spätklassischen Kults wurden zu einem Wallfahrtsort der Geologen, und selbst der harmlose Vergnügungsreisende wird von seinem Führer oder Bädeker heute hierher citiert, um eine Merkwürdigkeit anzustaunen, von deren eventueller geologischer Tragweite er allerdings bei dem heutigen Stande des naturwissenschaftlichen Schulunterrichts als „Gebildeter" durchweg keine Ahnung besitzt. Das Wunder haftet an den drei kolossalen Säulenstümpfen (vergl. das Bild), die etwa vom drittundeinhalben Meter über dem Boden an eine fast drei Meter breite Zone zeigen, die eigentümlich verwittert und mit den Löchern gewisser nur im Salzwasser lebender Bohrmuscheln (Lithodomus dactylus) durchsetzt ist. Es macht auf den ersten Blick völlig den Eindruck, als hätten zu einer Zeit die Säulen etwas über drei Meter tief im Erdboden gesteckt, und als sei dann die nahe See herangeflutet und habe das freie Stück bis zur Höhe von abermals drei Metern längere Zeit unter Wasser gehalten, so daß die Bohrmuscheln sich einnisten konnten. Man nahm entsprechend denn auch an, daß der (nach antiken Quellen 205 n. Chr. noch unversehrte) Tempelraum in der Folge bis zu $3^1/_2$ m mit Schutt oder vulkanischer Asche

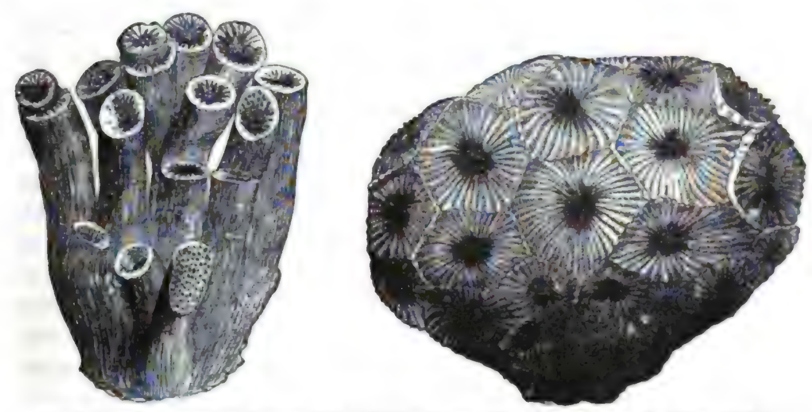


Die Ruinen des Serapis-Tempels von Pozzuoli bei Neapel.

Die großen Säulenstümpfe dieses Tempels, die in einer Höhe von etwa $3\frac{1}{2}$ m über dem Boden auf eine Strecke von 3 m Länge hin von Bohrmuscheln des Meerwassers durchlöchert sind, haben eine große geologische Berühmtheit als Beispiel für die Schwankungen des Erdbodens innerhalb der historischen Zeit erlangt, worüber das Nähere im Text S. 272 ff. gesagt ist. (Das Bild nach einer Photographie von Sommer & Sohn in Neapel.)

ausgefüllt worden sei, und daß sich dann der Boden jäh gesenkt und dem Meere Einlaß gegeben habe. Daß es in diesem Falle nicht das Meer, sondern sicher der Boden war, der sich bewegte, schien aus der Thatsache hervorzugehen, daß die Wandlung lokal blieb; eine Niveauänderung des gesamten Mittelmeeres an der italischen Küste hätte sich ja auch sonst überall erkennbar abprägen müssen. Nachdem die Muscheln ihr Werk gethan, mußte, so schloß man weiter, abermals eine Erdschwankung eingetreten sein, die den Tempel bis auf das Niveau des alten Bodens wieder heraufrückte. Die Erzählung von diesem Auf und Ab der Erde von Pozzuoli klingt äußerst beweisend und steht in allen Lehrbüchern. Trotzdem ist sie anfechtbar. Schon der alte Goethe, der ein sehr scharfes Beobachter-Auge besaß, wo es sich um den geologischen Charakter einer Landschaft handelte, meinte, es könne wohl auch ein nachmals entstandener Salzwassertümpel, den Schutt und vulkanische Asche umgaben, das Rätsel der Bohrmuscheln lösen, ohne daß ein Schaukeln des Terrains nötig werde. In neuester Zeit hat man dann die zum mindesten sehr wahrscheinliche Hypothese aufgestellt, daß zeitweise in die Säulenhalle ein künstliches, vom Meere her gespeistes Becken hineingemauert gewesen sei, in dem Seefische lebend erhalten wurden, eine den Römern sehr geläufige Sache, die ebenfalls die Muscheln erklären würde. So viel ist sicher, daß der Serapistempel von Pozzuoli fortan, nachdem einmal derartige Zweifel überhaupt laut geworden, nicht mehr als Musterbeispiel gelten kann, und die skandinavische Strandänderung auf seine Autorität hin als Landerhebung deuten, heißt eine Hypothese mit einer andern noch schwankenderen beweisen wollen. Mit den meisten andern Belegen für Bodenschwankungen aus historischer Zeit geht es leider nicht viel besser. Man kann also zur Stunde ein sicheres Urteil nicht fällen, ob gegenwärtig an den Küsten, deren Strandmarken sich sichtbar verschieben, das Land sich hebt oder das Wasser sinkt. Nur daß etwas vorgeht, sieht man. Auffällig ist aber dabei — und auch für jene Korallentheorie sehr bedeutsam — doch eins. Die gleiche Erscheinung wie in Skandinavien zeigt sich ringsum den Nordpol: im nördlichen Britannien, Spitzbergen, Grönland und Nordamerika. Und sie wiederholt sich um den Südpol: in den Südecken von Amerika, Afrika und Australien. Sollte das ein Zufall sein? Alles spricht dafür, daß gegen beide Pole der Erde zu eine positive Senkung des Meeresspiegels in unserer Zeit sich geltend macht, ganz einerlei nun, ob sie wirklich durch Abnahme des Wassers oder durch Ansteigen der polaren Landteile bewirkt werde. Es wäre immerhin kein allzu kühner Schluß, sich als Äquivalent einen umgekehrten Prozeß für die Äquator-Länder und -Meere vorzustellen: ein Heraufrücken der Strandlinie, zumal wenn man trotz aller Serapissäulen das Land als unbeteiligt nähme und eine wirkliche Abnahme des Wassers an den Polen als Ursache faßte. Das Steigen des Oceans in den

äquatorialen Erdstrichen bedeutete dann gleichsam ein langsames Abfließen der Wasser von den Polen nach der Tropenzone hin. Nichts nun könnte diesen Deutungen besser entgegenkommen, als die Richtigkeit der Darwinschen Korallentheorie, in der ein langsames Ansteigen der Flutlinie für den Indischen und Stillen Ocean gradezu Postulat ist. Aber der Leser sieht: auch hier stützen nicht genau Thatsachen Hypothesen, sondern zwei Hypothesen suchen letzten Endes Stütze bei einander. Also thut Vorsicht einstweilen not. Nur der Weg zeigt sich, wie die Korallentheorie in Zukunft eine wirkliche geologische Begründung finden könnte, die ihre größte Schwäche zu einem ihrer stärksten Beweismittel machen würde. Das „Warum" jenes



Zwei Korallen aus der Devon-Zeit (Eifelkalk von Gerolstein) in natürlicher Größe.
Diese beiden Arten (Cyathophyllum caespitosum [links] und hexagonum) gehören zu der Gruppe der sogenannten Tetracoralla (vierstrahlig gebaute Korallen), die nur in der paläozoischen Epoche vorkommt, später dagegen gänzlich ausgestorben zu sein scheint.

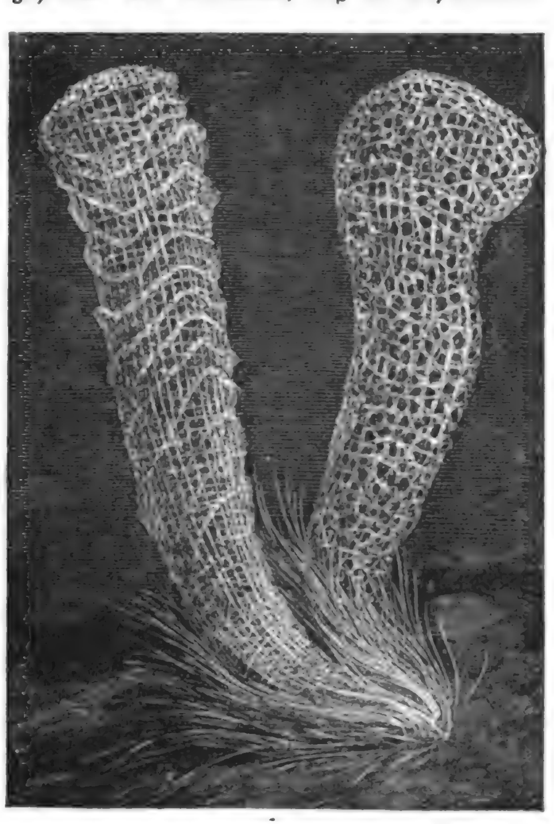
hypothetischen Abfließens der Wasser von den Polen zum Äquator wird übrigens weiter unten im Zusammenhange des großen Eiszeit-Problems und seines schillernden Hypothesenkranzes uns noch beschäftigen.

Wie man sieht, eröffnen schon die heute lebenden Korallen enorme geologische Perspektiven und lohnen ein kurzes Verweilen vollauf. Aber auch ihren silurischen und devonischen Vorfahren fehlt es nicht am Reiz des Geheimnisvollen. Was den engeren anatomischen Bau anbelangt, so wich ein großer Teil der Silur- und Devonkorallen von allen heute lebenden Korallentieren nicht unerheblich ab und bildete die (nach der Anordnung der inneren Sternleisten des Kalkskeletts in vier Systeme so genannte) Gruppe der Tetracoralla (tetra, griechisch: vier), die seit der paläozoischen Zeit gänzlich ausgestorben zu sein scheint. Daneben existierten indessen auch vom Silur an bereits Vertreter unserer heutigen Hexacoralla (hex, griechisch: sechs, nach den sechs Systemen der Sternleisten), wie die

abgebildete, unseren heutigen Löcherkorallen (Madreporacoa) sich anschließende Gattung Favosites. Jedenfalls war das Auftürmen kolossaler Riffe in jenen Tagen bereits im Schwange, genau wie heute. In Böhmen, den russischen Ostseeprovinzen, auf Gotland (wo die ganze Insel ein einziges Korallenriff ist), in Nordamerika, ja dort selbst hoch gegen den Pol hin, weit über den 70. Breitengrad hinaus (Beechey-Insel), liegen solche uralten Riffmauern aus der zweiten Hälfte des Silur, in der Eifel, den Ardennen u. s. w. nicht minder charakteristische des Devon. Einige dieser Fundorte sind auf alle Fälle dazu angethan, Nachdenken zu erregen. Alle unsere riffbauenden Korallen bewohnen heute die warmen Meere unter Breiten, wo die Temperatur des Wassers im Mittel nie unter 20° C. sinkt. Hier hören wir von Korallenriffen weit jenseits des nördlichen Polarkreises. Haben die Korallentiere in der langen Spanne vom Silur bis heute so fundamental ihre Lebensgewohnheiten geändert? Oder waren etwa die klimatischen Verhältnisse der Erde damals gänzlich von den gegenwärtigen verschieden? Brandete an jenen Silurriffen der Beechey-Insel im höchsten Norden Amerikas ein warmes Tropenmeer? Wir wollen die Frage hier nur andeuten und ihrer umfassenderen Beantwortung erst im nächsten Kapitel, vor einer größeren Materialfülle, näher treten. Erwähnt sei nur noch, daß aus demselben Silur schon Spuren überliefert sind, die wenigstens von lokalem Vorhandensein von Eis auf der Erde Zeugnis ablegen. Es macht ganz den Eindruck, als wenn im Südwesten Schottlands damals gelegentlich von fern herstammende Granitblöcke (erratische Blöcke) durch schwimmende Eisberge so abgeladen worden wären, wie wir sie heute noch als fremde Gäste mitten im schottischen Silurschiefer vorfinden. Das spricht gewiß nicht für ein gleichmäßig warmes Meer vom Äquator bis zu den Polen, und es fragt sich, wie der grobe Widerspruch zu lösen sei. Doch davon später.

Eine Koralle aus der Devon-Zeit (Eifelkalk),
die zur Gruppe der heute allein noch existierenden Hexacoralla (sechsstrahlige Korallen) gehört.
Während heute die auf S. 275 im Bilde vorgeführten Tetracoralla gänzlich ausgestorben sind, lebt das Geschlecht der Hexacoralla noch fort, das, wie die dargestellte devonische Art Favosites polymorpha zeigt, ebenfalls bereits im paläozoischen Zeitalter vorhanden war. Rechts sieht man einen Korallenstock in natürlicher Größe, links einige Zellen vergrößert und zum Teil aufgebrochen.

Die Korallen gehören wie die auf S. 229 besprochenen Medusen zu den Cölenteraten oder Pflanzentieren.*) Früh schon, jedenfalls lange vor der Silur-Zeit, muß dieser Tierstamm, von der Gastraea ausgehend, sich in zwei ziemlich scharf getrennte Zweige auseinandergebogen haben: die Schwammtiere (Spongiae) und die Nesseltiere (Cnidaria), zu denen jene Korallen und Medusen gehören. Die Erkenntnis, daß die Schwämme, diese seltsamen Gesellen, überhaupt Tiere seien, ist eine Errungenschaft erst der neueren Zeit. Seit Häckels eingehender Erforschung der Keimesgeschichte der Kalkschwämme besteht kein Zweifel mehr, daß sie sogar zu den Tierformen jenseits der Gasträa-Stufe gehören, da in ihrer Ontogenie das Gastrula-Stadium unverkennbar auftritt. Wie Korallen und Medusen, so gab es auch im Silur schon Schwämme. Den uns geläufigsten Schwamm, unsern Badeschwamm (Euspongia officinalis) aus der Ordnung der Hornschwämme, wird man bei seiner Versteinerungsunfähigkeit allerdings nicht unter den Resten erwarten dürfen. Dafür finden wir die kieselhaltigen und kalkhaltigen Schwämme der Zeit in guten Skeletten vor, aus dem Silur Kieselschwämme (Silicispongiae), aus dem Devon auch schon



Glasschwamm.
(Nach dem „Buch der Welt".)

*) Das Wort Coelenterata ist gebildet aus den griechischen Bezeichnungen für Höhle (Leibeshöhle): koilos und Darm: enteron. Es deutet an, daß Leibeshöhle und Darm bei diesen Tieren durch ein einziges inneres Hohlraumsystem ersetzt werden, das die Leistungen von Darm, Leibeshöhle und Blutgefäßsystem in sich vereinigt.

Kalkschwämme (Calcispongiae). Zu den Kieselschwämmen gehört heute unser Süßwasserschwamm (vergl. Bild S. 131). Näher verwandt den silurischen Formen aber erscheinen die prachtvollen Glasschwämme. Als ein wahres Filigran-Prachtstück der Natur leben sie heute noch in den Abgründen der japanischen Meere (in Tiefen bis 400 Faden), so der Gießkannenschwamm (Euplectella aspergillum), dessen etwa 40 cm langen Körper ein wundervolles Gitterwerk aus glasartigen Nadeln von blendendstem Weiß aufrecht erhält (Bild S. 277). Man weiß nicht: hat uns die Tiefsee diese herrlichen Reliquien erhalten, oder bewohnten auch die silurischen Glasschwämme schon die äußersten Gründe ihres Oceans? Während so alle die heute noch bestehenden Cölenteratenklassen fast mit einem Schlage auftauchen, um fortan zäh durch alle Formationen auszudauern, geht jener rätselvolle, vielleicht nur mit zweifelhaftem Recht hier eingeordnete Zweig der früher geschilderten Graptolithen bereits im Devon vollständig ein, — ebenso dunkel in seinem Ausgang, wie in seiner Existenz überhaupt.

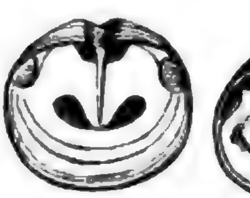
Falls der oben gegebene Stammbaum, der alle höheren Tierstämme mit Ausnahme der Cölenteraten von den Würmern ableitet, richtig ist, so kann es an Vertretern dieses formenreichen Kreises im Silur bereits nicht gefehlt haben. Überliefert ist (wie die weiche Leibesbeschaffenheit nur zu erklärlich macht) relativ davon wenig. Immerhin verweist das Wenige mit einer Deutlichkeit, die nichts zu wünschen übrig läßt, auf „Mehr", das uns bei besserer Erhaltungsfähigkeit nicht entgangen sein würde. Von den Wurmzähnchen, die als Conodonten beschrieben werden, ist oben schon geredet. Wurmröhren liegen ebenfalls vor. Anneliden (Ringelwürmer), also relativ schon sehr specialisierte, hochstehende Wurmformen jenes Astes, der zu den Krebsen und Insekten leitete (vergl. den Stammbaum S. 261), waren höchstwahrscheinlich auch die Erbauer jener zierlichen Schälchen aus dem Obersilur und Devon, die man Tentaculites getauft hat, und die stellenweise zu Myriaden das Gestein der Zeit durchsetzen.



Gehäuse von röhrenbildenden Würmern
aus den Ablagerungen der Silur-Zeit in England. (Tentaculites scalaris *Schloll.* Nach Fr. Römer.)

Von den kleineren Seitenzweigen des Würmerhauptstammes sind uns die Brachiopoden schon früh im Kambrium entgegengetreten. Im Silur ist ihre recht eigentliche Blütezeit. Die nebenstehenden Bilder mögen ein paar charakteristische Formen vorführen. Ein anderer dieser lose den Würmern anhängenden Zwitterkreise wird von den sogenannten Bryozoen oder Moostierchen gebildet. Wenige der Leser vielleicht werden je Kenntnis von diesen winzigen, nur durch ihre Massenanhäufung

gelegentlich auffälligeren Tieren genommen haben. Die Kalkabsonderung und das Zusammenleben zahlloser Individuen in baumartig geformten Kolonien ließ die rätselreichen Geschöpfe anfänglich als eine besondere Gruppe der Korallentiere erscheinen. Nach und nach hat man sich überzeugt, daß sie viel höher hinauf gehören, zum mindesten in die Gegend der oberen Ausläufer des Würmerstammes. Uralt sind sie jedenfalls auch, wahrscheinlich genau so alt wie die Brachiopoden, mit denen sie zugleich erscheinen.

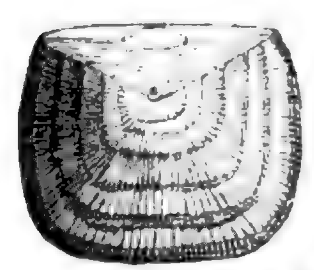
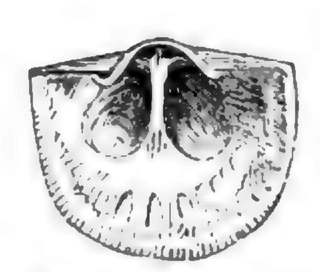





Schalen von Armfüßern (Brachiopoda oder besser Spirobranchia) aus der ältesten Silur-Zeit.

Die Armfüßer oder Armkiemer (auch Taschelн genannt) bilden eine Tiergruppe für sich, die man bald den Mollusken, bald den Würmern anzureihen versucht hat, die aber besser ganz isoliert aufgefaßt wird und vor allem mit den Muscheln direkt gar nichts zu thun hat. Sie beginnen schon in den ältesten kambrischen Schichten, erreichen im Silur einen enormen Aufschwung und später einen zweiten in der Jura-Zeit. Heute sind nur noch etwas über 100 Arten lebend vorhanden, während man etwa 2500 fossile kennt. Die dargestellte Art ist der Obolus Apollinis aus dem unteren Silur von St. Petersburg. Die beiden muschelartigen Schalen der Brachiopoden sind sehr verschieden gebaut und durchweg auch verschieden in der Größe. Das Bild zeigt die eine größere von innen links, die andere außen und innen rechts, beide in natürlicher Größe. Auch diese Gattung Obolus kommt schon in kambrischen Schichten vor, gehört also zu den ältesten uns bekannten Tierformen der Erde.

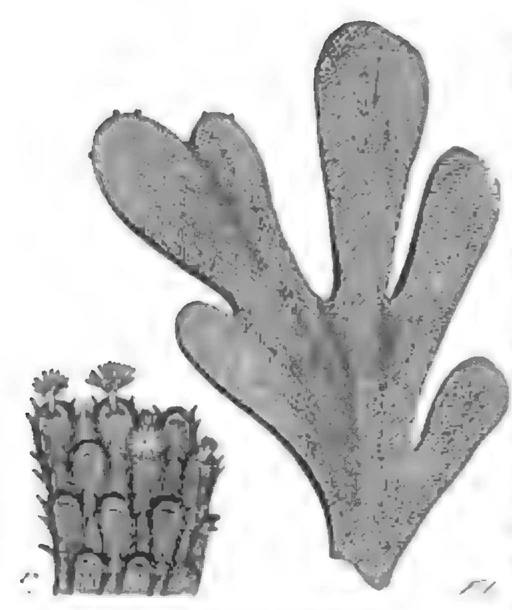
Einen raschen Blick müssen wir noch auf die Krebse werfen. Oben ist der Gliedertierstamm im Zusammenhang behandelt im Anschluß an die Fauna des old red. Hier gilt es noch, ein paar Bilder aus der eigentlichen Meerfauna beizufügen. Zahllose sonderbare Trilobiten-Krebse beleben noch immer die See, wie im Kambrium so im Silur. Aber im Verhältnis zu der übrigen Tierwelt überwiegen sie lange nicht mehr in der früheren einseitigen Weise. Dafür stellen sich fußlange Riesen (Asaphus) ein, und die Formen werden immer grotesker mit ihren Stacheln, Hörnern und vorspringenden Augen. Es ist, als erschöpfe sich mit diesen äußersten Anstrengungen die Lebenskraft des Typus. Im Devon fällt die Gruppe


Zwei Armfüßer (Brachiopoden) aus der Silur-Zeit.

(Vergl. die Erklärung zu dem Bilde oben.)

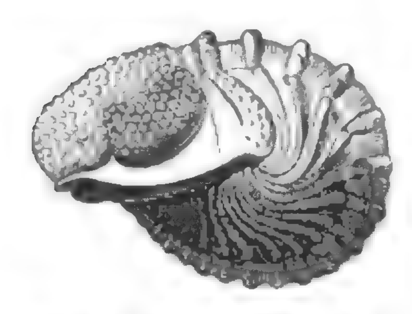
Links sieht man die Orthisina ascendens von Pawlowsk bei St. Petersburg, rechts die beiden Schalen der Orthisina squamata (von innen) aus dem Esthland. Die Gattung Orthisina ist charakteristisch für die älteste Silur-Zeit.



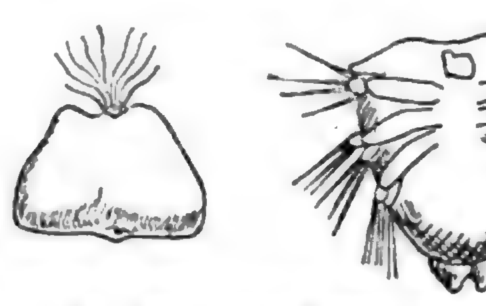
Ein Bryozoenstöckchen (Flustra foliacea).
Links ein vergrößertes Stück desselben, einige Tiere strecken aus den Zellen ihre Tentakelkrone hervor.

rapid ab, um mit Schluß der Epoche fast bereits auf dem Aussterbeetat zu sein.

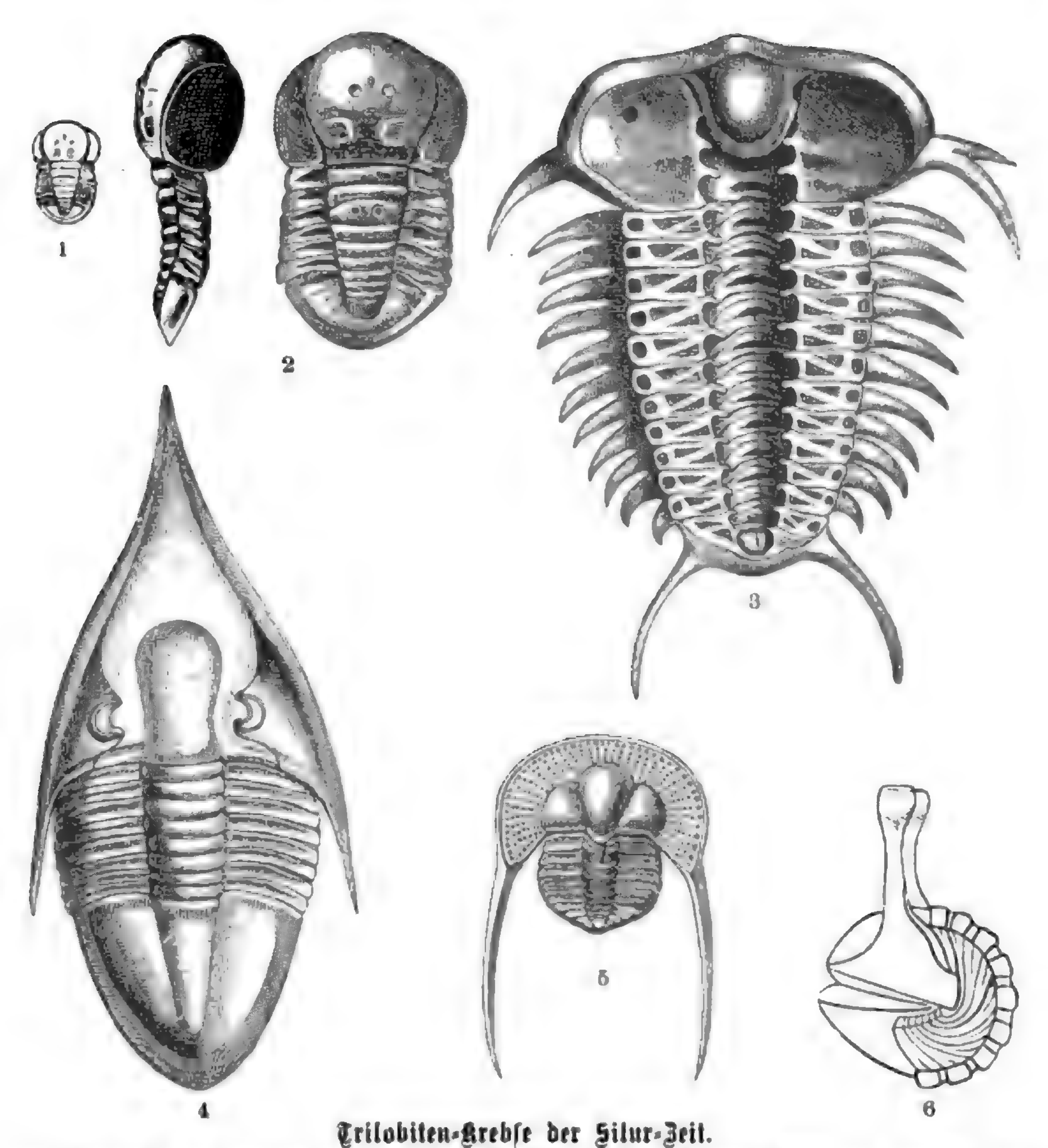
Inzwischen hatten aber andere dauerhaftere Krebsordnungen auch im offenen Meer ihre Vertreter auf den Plan gestellt. In dem Geschlecht der Krebse wohnt im allgemeinen eine ungeheure Anpassungsfähigkeit. Kein zweiter Typus von solcher relativen Höhe bringt zu Gunsten der Anpassung eine derartig leichtsinnige Verschleuderung aller höheren Organisationsabzeichen zu stande wie grade die echten Krebse (Caridonia). Da sehen wir den Wurzelkrebs, der auf andern Krebsen schmarotzt, sich gradezu in eine formlose rote Wurst verwandeln, die nur noch Geschlechtsorgane und ein Überbleibsel des Darmes enthält und sich damit nährt, daß nach Art einer Pflanze ein Gewebe saugender Wurzelfasern in den Leib des Wirtes (z. B. den weichen Hinterteil eines Einsiedlerkrebses) versenkt wird. In der sogenannten „Entenmuschel“ tritt uns ein anderer Krebs entgegen, der in einer muschelartig-zweiklappigen Schale sitzt, die vermittelst eines vom verkümmerten Krebskopfe ausgehenden Stieles an Felsen oder Holzstücken festwächst. Es wäre kaum möglich, so monströse Formen überhaupt noch den Krebsen beizugesellen, wenn nicht die embryologische Thatsache zu Hilfe käme, daß Vertreter aller dieser (auch der monströsesten) Krebsgruppen eine gemeinsame Keimform durchlaufen, die man Nauplius genannt hat. Der Nauplius, auf dessen Bedeutung zuerst der ausgezeichnete, seit vielen Jahren in Brasilien ansässige Zoologe Fritz Müller aufmerksam gemacht hat, hat durchweg die Gestalt einer kleinen rundlichen Scheibe mit drei Beinpaaren



Ein Trilobit (Krebs) aus der Devon-Zeit.
Die dargestellte Art ist Phacops latifrons aus dem Devon von Gerolstein in der Eifel, und zwar zeigt sich der Trilobit (von der Seite gesehen) in eingerolltem Zustande. Die Fähigkeit des Einrollens als Schutzmittel war den Trilobiten ebenso eigen, wie sie es heute den landbewohnenden Asseln ist.



Der Wurzelkrebs (Sacculina carcini) und seine sechsfüßige Larve (Nauplius).



Trilobiten-Krebse der Silur-Zeit.

Fig. 1 und 2 ist die Aeglina prisca von Bosek (Böhmen) in natürlicher Größe und daneben, stark vergrößert, von oben und von der Seite, wobei die kolossalen Augen deutlich werden. — Fig. 3. Der Cheirurus pleurexanthemus von New-York. (Nach Walcott.) — Fig. 4. Der Megalaspis extenuatus von Ost-Gotland, natürl. Größe. (Nach Angelin.) — Fig. 5. Der Trinucleus Goldfussi von Wesela in Böhmen. — Fig. 6. Der Asaphus Kowalewsky von Pulkowa (Rußland) in eingerollter Stellung.

und einem einfachen unpaaren Auge über dem Mund. Müller, der zu den ersten lebhaften Vertretern des (von Häckel später so benannten) biogenetischen Grundgesetzes gehörte, betonte sogleich, daß diese unter dem Krebsgeschlecht so zäh wiederkehrende ontogenetische Stufe phylogenetisch auf eine gemeinsame Stammform aller echten Krebse (der oben erwähnte Molukkenkrebs gehört nicht hierher, sondern steht für sich) gedeutet werden müsse. Der Gedanke ist für diesen speciellen Fall neuerdings von Arnold Lang, einem der kenntnisreichsten und weitblickendsten Zoologen der jüngsten Schule (er war der erste „Professor der Phylogenie“ in Deutschland), ausgebaut und

zum Teil umgedeutet worden, der Nauplius behält aber auf alle Fälle seine hohe Bedeutung für den systematischen Zusammenschluß und, letzten Endes, auch phylogenetischen Zusammenhang aller eigentlichen Krebstiere. Nichts kann nun mehr überraschen, als daß so überaus einseitig specialisierte Krebsformen wie die erwähnte sogenannte Entenmuschel (Lepas anatifera) bereits ihre echten Vertreter im Silur haben, Vertreter, die sich kaum merklich von den heute noch lebenden Gattungen unterscheiden. Die extremste Anpassungslinie der Krebse muß bis in diese verbohrte Ecke hinein also wohl schon in kambrischer Zeit abgeschlossen gewesen sein. Abermals rollt sich eine ungeheure, Schwindel erregende Ferne auf. Eine andere durch den Nauplius dem Stamm der echten Krebse unzweideutig angegliederte Gruppe kleiner Kruster, die heute Salz- und Süßwasser noch in zahllosen Mengen durchschwärmen, ist ebenso ein uralter Gast des silurisch-devonischen Meeres: die Muschelkrebse (Ostracoda). Ähnlich der Entenmuschel sitzen auch sie in einer doppelklappigen Schale, aber der Kopf ist nicht mit einem Stiel an irgend einer Unterlage festgewachsen, die aus dem Spalt der Schale vorgestreckten Fühler und Beine wirbeln vielmehr den Körper rasch dahin, indem sie bald als Ruder, bald als Kriechorgan dienen. Da die ältesten fossilen Gattungen sich sogleich durch beträchtliche, die heutigen übertreffende Größe und ungemein solide Schalen auszeichneten, so stand der Erhaltung nichts im Wege. Zahllos wie Sand am Meer muß dieses muntere Völkchen das Silur-Meer bevölkert haben, denn die Schalenreste bilden ganze Schichten.

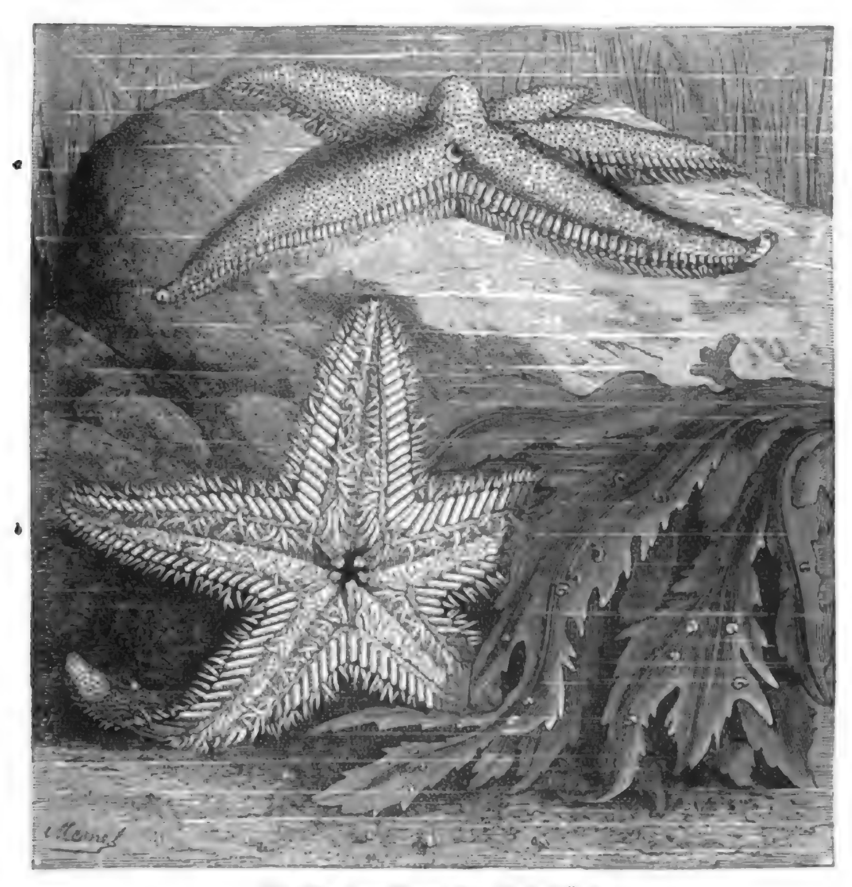


Schalen von Muschelkrebsen der Silur-Zeit.

Noch heute tummeln sich winzige Krebschen dieser Ordnung (Ostracoda) zahlreich in unserem See- und Süßwasser. Die paläozoischen Arten, von denen hier die Leperditia Hisingeri aus dem oberen Silur von Gotland in natürlicher Größe abgebildet ist, zeichnen sich durch Solidität der Schale und beträchtliche Größe vor den heutigen Formen aus.

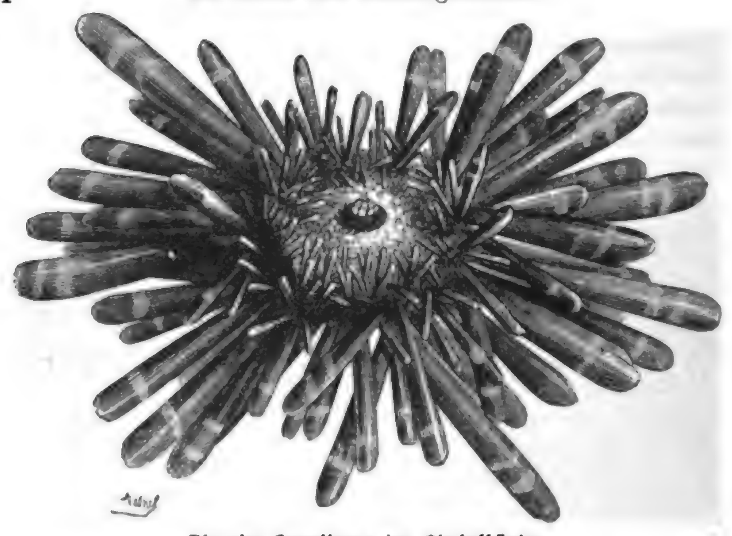
Zwei große Stämme des oberen Tierreichs hat unsere Betrachtung bisher kaum gestreift: die Sterntiere und die Mollusken. Die Sterntiere oder Stachelhäuter (Echinodermata) verdienen unsere Aufmerksamkeit in ganz besonderem Maße, als sie einerseits von allen Tierkreisen der am zähesten dem salzigen Meere treue sind, andererseits (zum Teil wenigstens) durch ihre harten Gerüste und Panzer das denkbar beste Versteinerungsmaterial liefern, also, wenn sie schon früh da waren, auch für uns meist noch da sein werden. Und allerdings stellten sie sich früh genug ein in einer Vollzähligkeit, die dem Anhänger der Entwickelungslehre beinahe angst und bange machen könnte, wüßte er nicht, daß enorme Zeiträume voll bewegten Lebens dem Silur und selbst dem Kambrium voraufgegangen sein müssen. Stachelhäuter kann der Laie nur am wirklichen Seestrand oder im Seewasser-Aquarium sich vergegenwärtigen. Ein Blick in eines

der farbenprächtigen Becken, wie sie in hoher Vollkommenheit bereits das Berliner Aquarium, in wahrhaft märchenhafter Herrlichkeit aber die zoologische Station zu Neapel bieten, zeigt zwischen all den bunten Meerwundern gewöhnlich die drei bekanntesten Typen der Echinodermen in

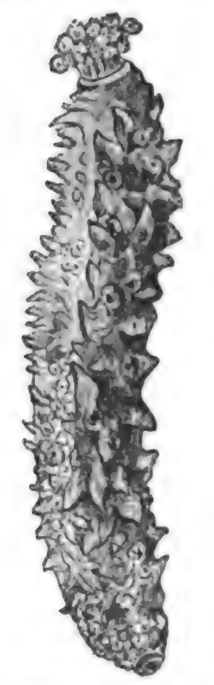


Die vier Haupttypen der Stachelhäuter.
1. Der Seestern (Astropecten spinulosus). a Rückenseite. b Bauchseite.

einem Bilde: orangerote, einer strahlig aufgerollten Apfelsinenschale vergleichbare Seesterne, stachlichte Seeigel, die einer geschwärzten Kastanie ähneln, und als braune Würste dazwischen die Seegurken. Von den dreien zeigt der Seestern am deutlichsten den eigentümlich strahlenförmigen (meist fünfstrahligen) Bau des Körpers, der der ganzen Gruppe den Namen der Sterntiere eingebracht hat. Dem sternförmigen Körper entspricht



Die vier Haupttypen der Stachelhäuter.
2. Der Seeigel (Türkenbund, Echinus mammilatus, aus der Südsee).

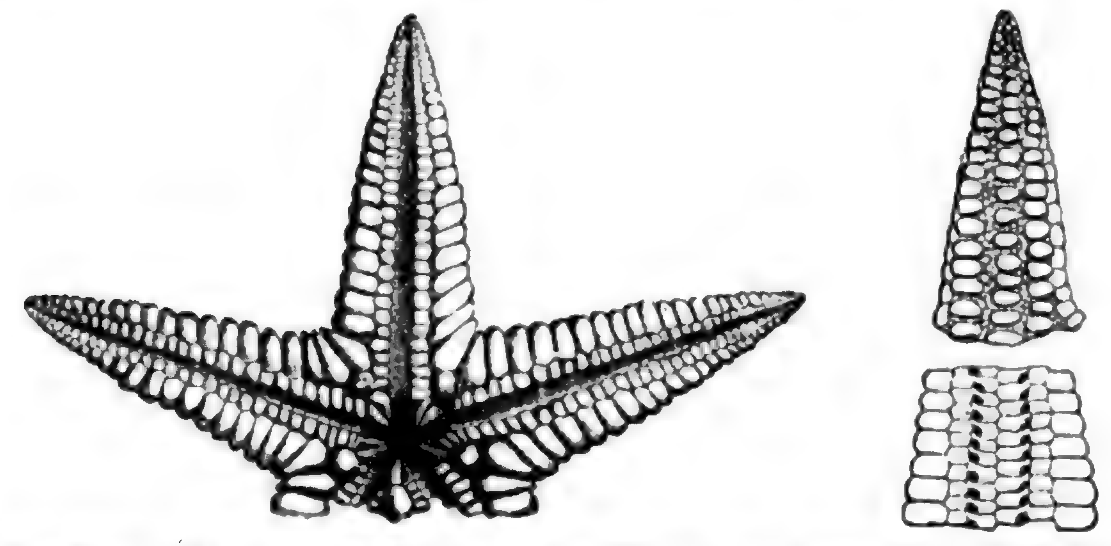


Die vier Haupttypen der Stachelhäuter.
3. Die Seegurke (Röhrenholothurie, Holothuria tabulosa, aus dem Mittelmeer).

im Gegensatz zu allen anderen Nervensystemen der einzelnen Tierkreise ein „Sternmark“, d. h. eine Gliederung des Nervensystems in einen Mundring (Nervenring um den Schlund) und eine Anzahl den Strahlen entsprechender Markstränge, die sich als Bauchmark durch jeden Arm ziehen. Am Seeigel daneben kann in besonders kenntlicher Form die zweite wesentliche Eigenschaft des Kreises bewundert werden, die ihm seinen zweiten Namen als Stachelhäuter (Echinodermata) verschafft hat: man gewahrt in den starren, den ganzen Körper umschließenden Kalkplatten die höchste Ausbildung eines eigentümlichen Hautskelettes, einer Verkalkung der Lederhaut, die im weiteren auch noch zur Bildung einer gewaltigen Stachelwehr in Gestalt vorspringender, beweglicher Kalknadeln geführt hat. Beim lebenden Seestern treten diese Skelettteile nicht so scharf für den oberflächlichen Blick hervor, hier genügt aber ein Gang durch ein Museum,

um sofort an den eingetrockneten, toten Exemplaren erkennen zu lassen, welche soliden Hartteile auch in diesem schlaffen Sternkörper stecken. Selbst in der meist wirklich weichen und der Verwesung ausgesetzten Seegurke weist das Mikroskop zahlreiche Kalkkörperchen in der Haut nach. Ist das Glück günstig, so kann man im Aquarium auch einen Seeigel vorwärts kriechen sehen, und alsbald bekundet sich eine neue typische Merkwürdigkeit der Stachelhäuter. Auf den ersten Anschein bleibt es überhaupt ja ein Rätsel, wie dieser Stachelklumpen ohne Beine vom Fleck kommen soll. Zwar bewegen sich die Stacheln in einem Gelenk und könnten so schon etwa Bewegungsorgane ersetzen. Aber die eigentliche Arbeit des Weiterrollens wie des Festklammerns am Fleck wird von besonderen, willkürlich vorgepreßten Saugfüßchen besorgt. Diese Saugfüßchen sind in Wahrheit nichts anderes als Hauterhebungen mit einer Saugscheibe, in die Seewasser aus dem höchst verwickelten Wassergefäßsystem des Körperinnern hineingepumpt wird, so daß sie zum Gehen und Ansaugen prall werden. Das Wassersystem, bei dem von außen eingepumptes Meerwasser in besonderen Kanälen zirkuliert, ist den Stachelhäutern in dieser Weise allein eigen. Der Rest der Organisation beweist daneben unzweideutig, daß die Echinodermen höhere Tiere sind. Der Besitz einer Leibeshöhle und eines Blutgefäßsystems stellt sie hoch über die Cölenteraten (vergl. Anmerkung zu S. 277), mit denen die frühere irrige Systematik sie auf Grund trügerischer Ähnlichkeiten zusammengeworfen hatte. Die ersten Stadien ihrer Keimesgeschichte lehren, daß der Stamm jenseits (oberhalb) der Gasträastufe steht, und da die auf die Gastrula folgende Larvenform Analogieen mit den Larven von Würmern hat, so hat auch die allgemeine Ableitung von Würmern nichts irgendwie Gewaltsames. Wie der Stammbaum sich aber nun im weiteren gestalten soll, das gehört vorläufig zu den schwierigsten Fragen der Phylogenie. Die Ontogenie giebt keinen unzweideutigen Aufschluß. Der Weg, wie aus der erwähnten wurmähnlichen Larve von zweiseitiger Grundform das fünfstrahlige Sterntier wird, ist ein so ungewöhnlicher, daß man einen ganz besonderen Namen dafür hat erfinden müssen. Man nennt den Prozeß, der sich einstellt, „Ammenzeugung“. Die Larve verwandelt sich nämlich nicht direkt in das fertige Tier, sondern dieses letztere wächst in ihrem Innern gleichsam wie ein neues Wesen durch Knospung ringsum den Magen hervor und stößt den ganzen äußeren Rest des Larvenkörpers als unbrauchbare Masse ab, — etwa so, wie wenn beim Menschen von einer bestimmten Ecke seiner Entwickelung ab um den Magen herum sich ein neuer kleiner Mensch bildete, der schließlich die Haut sprengte und samt allem Daranhängenden u. s. w. als toten Ballast fortwürfe oder aufzehrte, — eine wahrhaft ungeheuerliche Vorstellung, die uns die Natur gleichwohl im Sterntier-Bereich als Faktum aufnötigt. Man hat sich nun weidlich den Kopf darüber zerbrochen, wie dieser Vorgang, bei dem die Larve eigentlich nur die „Amme“ des fertigen

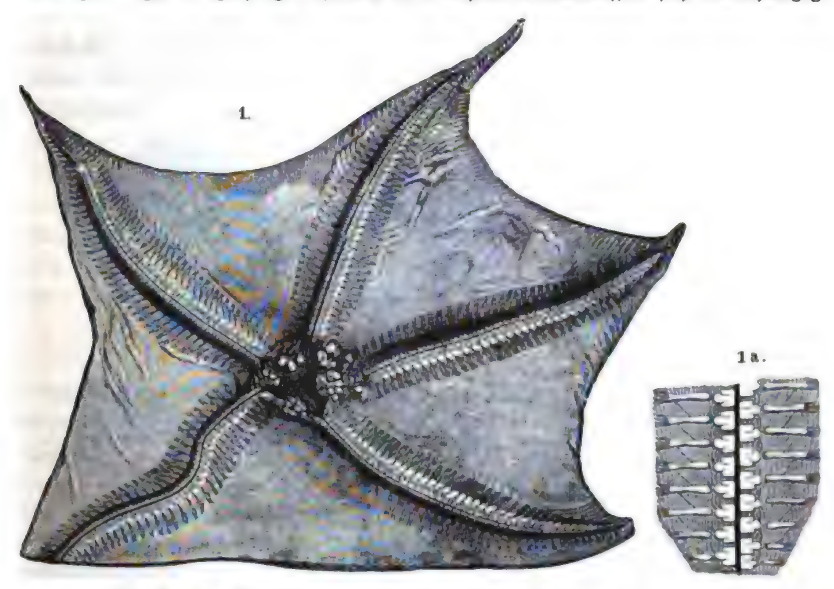
Tieres ist, phylogenetisch zu deuten sei. Der erste, der eine fundamentale Erklärung versuchte, war auch hier wieder Häckel. Er stellte 1866 seine vielgenannte Pentasträa-Hypothese auf. Danach war die Stammesentwickelung der Echinodermen, die sich noch heute in der Ontogenie spiegelt, folgende. Die älteste Gruppe aller Sterntiere sind die Seesterne. Die Vorfahren dieser Seesterne waren gegliederte Würmer, die in ihrer Gestalt etwa einem einzelnen Seesternarm glichen. Indem aus einem centralen Mutterwurme durch Knospung fünf oder mehr Würmer hervorgingen, die aber mit dem Muttertier verwachsen blieben und so einen Würmerstock bildeten, entstand der komplizierte Organismus höherer Art, den wir heute Seestern nennen. Erst von den Seesternen dann leiten sich Seeigel und



Ein Seestern (Tier aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Devon-Zeit. (Nach Hall.) Die dargestellte Art ist Palaeaster Eucharis und stammt aus Hamilton (Nord-Amerika). Links ist das Tier in natürlicher Größe von unten, rechts ein Arm von oben und unten (schematisch). Die Gattung Palaeaster kommt schon in kambrischen Schichten (den ältesten versteinerungsführenden, die wir kennen) vor.

Seegurke her, bei denen gleichsam wieder eine völlige Verschmelzung der Einzeltiere derart stattgefunden hat, daß der Tierstock gradezu wieder sich zum Individuum zusammengeschlossen hat. Wahrscheinlich ist die Seegurke in dieser Linie nur gleichsam ein erweichter Seeigel und als solcher die jüngste Form in der Echinodermenreihe. In der heutigen Ontogenie der Stachelhäuter mit ihrem seltsamen Knospungsprozeß innerhalb der Amme spiegelt sich noch deutlich der alte Sachverhalt jener gesamten phylogenetischen Linie. Das Zusammenwachsen mehrerer Tiere zu einem Stock mit gemeinsamer Öffnung ist keineswegs eine bloß zu Gunsten der Hypothese erfundene Möglichkeit. Gewisse Ascidien verschmelzen z. B. in sehr ähnlicher Weise zu einem Stock, der gewissermaßen als Ganzes wieder ein neues Tier darstellt. Mit diesen und ähnlichen Argumenten gestützt, wie sie war, wohnte der Pentasträa-Hypothese zweifellos eine große Überzeugungskraft inne, wie sie denn auch wohl zwanzig Jahre lang sich den Ruhm wahren durfte,

zwar kühn zu sein, aber wenigstens ohne ernsthafte Konkurrenten zu bleiben. Erst seit Ende der achtziger Jahre sind durch Häckels Schüler Richard Semon und durch die Gebrüder Sarasin, alle als Reisende und Zoologen bereits hochbewährt, ganz entgegengesetzte Ansichten eingehend dargelegt worden, denen einigermaßen dann sogar Häckel selbst entgegengekommen ist. Semon leitet die Echinodermen ebenfalls im letzten Ende von Würmern ab, meint aber, daß von einer wurmähnlichen Stammform aus, die er Pentactaea nennt (daher Pentactäa-Hypothese) und in der Ontogenie getreu gespiegelt findet, alle Echinodermenklassen sich unabhängig



Ein Seestern (Loriolaster mirabilis *Stürtz*) aus der Devon-Zeit.
1. Vollständiges Tier aus dem unterdevonischen Schiefer von Bundenbach. 1a. Vergrößertes Stück des Armskelettes. (Nach Stürtz.)

voneinander entwickelt hätten. Die Pentactaea soll einen Kranz von fünf Tentakeln um den Mund besessen haben und in ihrer ursprünglichen Form mit einem Stiel am Meeresboden befestigt gewesen sein, etwa so, wie es gewisse Bryozoen, die ja auch den Würmern nahe stehen, noch heute sind. Am nächsten von allen heute lebenden Echinodermen stehen dieser Urform die Holothurien, am meisten entfernt haben sich die Seesterne. Man sieht: es ist das glatte Gegenteil der Häckel'schen Auffassung. Ob darum Semon und die Sarasins nun endgiltig das Rechte getroffen, ist zur Stunde unmöglich zu sagen. Und jedenfalls ist es nützlich, beide Hypothesen einstweilen im Auge zu behalten, wenn wir nunmehr zur Betrachtung der ältesten fossilen Echinodermenreste uns wenden.

Der eine der obenerwähnten bekannteren Typen scheidet, sobald die Paläontologie befragt wird, so gut wie ganz aus: die Seegurke. Die meist mikroskopisch kleinen Kalkabsonderungen ihrer Lederhaut in älteren Schichten aufzufinden, ist bisher nicht geglückt, erst für den Jura kommen ein paar Reste in Betracht. Echte Seesterne und ebenso die ihnen nächst verwandten Schlangensterne treten schon an der Grenze des Kambriums auf, unter den echten Seesternen die Gattung Palaeaster, von der das Bild S. 286 ein devonisches Beispiel giebt. Wie man sieht, muß man schon sehr ins Detail gehen, um einen irgendwie scharfen Unterschied gegen die heute noch lebenden Formen festzustellen. Aus dem Devon sind herrliche Seesterne in Bundenbach bei Birkenfeld überliefert. Mit mühsamer Methode ist es dort geglückt, aus dem schwarzen Schiefergrunde zahlreiche goldschimmernde Sterne herauszuarbeiten, die ihren Glanz der formgetreuen



Ein Seeigel (Schale eines Tieres aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Silur-Zeit.
Die dargestellte Art (Bothriocidaris Pahleni) stammt aus dem unteren Silur von Römmis im Esthland. Sie gehört zu der heute gänzlich ausgestorbenen Unterklasse der Palechinoidea. *a* ist der ganze Seeigel in natürlicher Größe, *b* der Scheitel, *c* der Mund. (Nach F. Schmidt.)

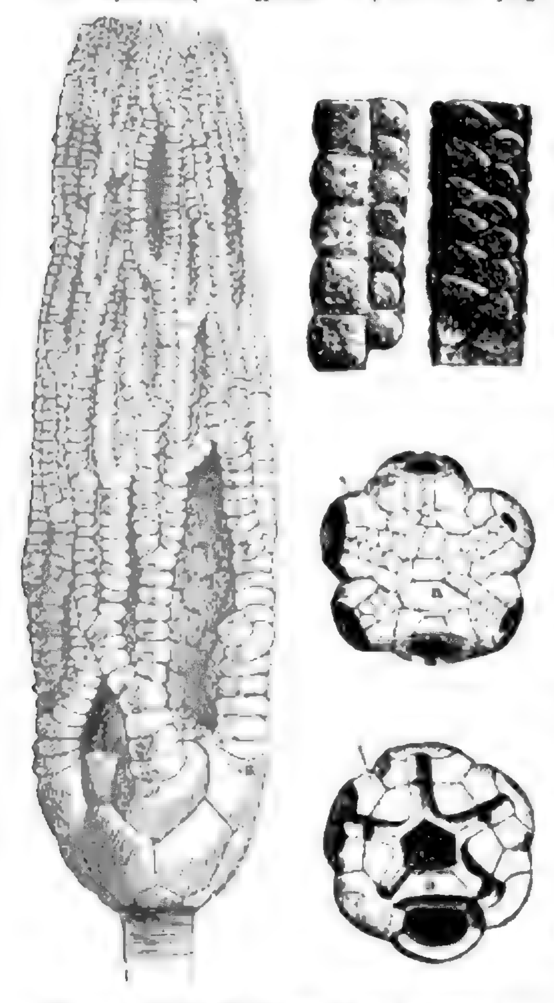
Verwandlung des ursprünglichen Tieres in Schwefelkies verdanken. Das Bild S. 287 giebt eine Probe dieser Bundenbacher Musterstücke, unter denen Stürtz allein 18 Gattungen unterscheidet. Der Häckel'schen Hypothese stände also paläontologisch nichts im Wege. Aber auch die Seeigel, die man nach ihr erst später erwarten möchte, erscheinen in unverkennbaren Typen bereits im Untersilur direkt neben den Seesternen, — wenn auch in unsern Fundstätten spärlicher als diese. Man teilt die heutigen Seeigel in zwei Hauptgruppen: die regulären und die irregulären. Erstere tragen den After central im Scheitel, den Mund ebenso central unten. Bei letzteren verlassen bei allen der After, bei einem Teil auch der Mund die centrale Lage und liegen gelegentlich beide auf derselben Seite. Von den 2000 fossilen Seeigelarten, die wir kennen, ordnen sich alle in dieses Schema ein. Die ältesten Gattungen sind fast sämtlich regulär gebaut. Indessen weichen grade sie wieder in andern Kleinigkeiten so stark ab, daß man sie doch als eine besondere Unterklasse dem gesamten Rest gegenüberzustellen pflegt (Palechinoidea). Der oben abgebildete Bothriocidaris aus dem Untersilur Esthlands gehört hierher.

Ich habe oben im Zusammenhang nur drei Typen der Stachelhäuter als bekannt vorausgesetzt. In der That sind auch diese drei dem Laien, der Aquarien besucht hat und den Seestrand kennt, die allein geläufigen. Es giebt aber noch einen vierten Echinodermentypus der Gegenwart, der von allen wohl der absonderlichste ist, wenn er auch für gewöhnlich am wenigsten auffällt. Wie so oft, wenn es sich um Erforschung ganz besonders merkwürdiger Tiergruppen handelt, muß der Zoologe das Schleppnetz für Tiefseestudien zur Hand nehmen, um den extremsten Sonderlingen vom Echinodermenstamm auf die Spur zu kommen. Das Jahr 1755 ist das bedeutungsvolle Datum, da zum erstenmal der Blick eines Naturforschers, Guettard, auf einem Gebilde ruhen durfte, das aus den Abgründen der westindischen See bei Martinique nach Paris gebracht worden war und zunächst mehr einer Pflanze als einem Tiere glich. Es war eine „Seelilie", der Pentacrinus caput Medusae. Ein Vierteljahrhundert später erkannte Blumenbach, daß das auf schwankendem Stiele sitzende und blumenähnlich nach oben sich entfaltende Wesen ein echter Stachelhäuter sei. Und nach nochmals über fünfzig Jahren endlich lieferte der geniale Berliner Anatom Johannes Müller eine mustergiltige Beschreibung, auf die sich heute noch unsere Kenntnis des Tieres stützt. Der Pentacrinus ist ein seltener Gast, in dessen wenige Exemplare sich die besten Museen teilen. Und lange schien es, als sei er dabei der einzige seiner ganzen Klasse. Da zog an der Küste Norwegens der Pastor Sars aus einer Tiefe von 1800 Fuß ein eng verwandtes Geschöpf, den hier nebenstehenden Rhizocrinus lofotensis. Wenig später begannen die großen systematischen Tiefseeforschungen der Amerikaner und Engländer, und eines ihrer ersten und glänzendsten Resultate war die Auffindung ganzer kleiner Gärten wunderbar zierlicher Seelilien in den bis zu 2000 Faden tiefen Abgründen des Atlantischen Oceans. Dem Bereich der Stürme entrückt, die ihrem zarten Kalkbau bedrohlich sein müßten, wiegten sie da unten ihre rätsel-



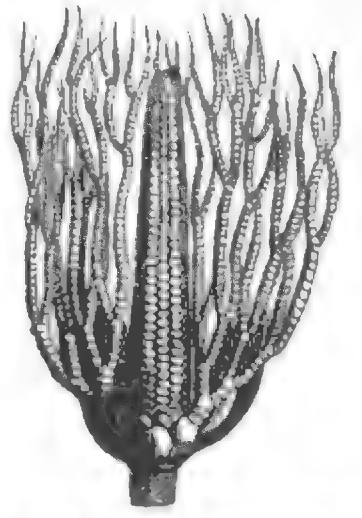
Die vier Haupttypen der Stachelhäuter.
4. Die Seelilie (Wurzelhaarstern, Rhizocrinus lofotensis, natürl. Größe.)

haften Tierblumen auf schwankendem Stiel. Die Zeit, da jede Seelilie eine köstliche Rarität darstellte, war mit einem Schlage um, — ein einziger Schleppnetzzug der Zoologen des Schiffes Challenger brachte fünfzig Stück mit herauf. Zum erstenmal jetzt war es auch den Forschern gegeben, das lebendige Tier an Bord zu beobachten. „Solange die Tierblume geschlossen war,“ erzählt Sterne, „blieben auch die Fiederchen der Arme gegen dieselbe angedrückt, aber in demselben Grade, wie die Krone sich öffnete, breiteten sich diese Fiederchen seitlich aus. Dabei krümmten sich die Arme nach außen zurück, so daß sie sich zuletzt im Rücken berührten und die ganze Erscheinung einer Türkenbundlilie glich. Wurde das Tier beunruhigt, so legten sich zuerst die kleinen Fiederchen an die Arme, dann näherten diese sich aneinander und das ganze Gebilde schloß sich langsam und feierlich.“ Der geistvolle Berichterstatter über diese den Zoologen des amerikanischen Schiffes Haßler ums Jahr 1871 vergönnte Studie fügt hinzu, es müsse ein aufregendes Schauspiel gewesen sein, hier ein erstes Mal leibhaftig mit Augen die Regungen des Lebens an einem Tier zu verfolgen, das man sich gewöhnt hatte, als den charakteristischsten Repräsentanten der urältesten Meere der Erdgeschichte anzusehen. Und so ist es: dieser Rhizocrinus und seine wenigen lebenden Verwandten, — sie ragen nur noch wie Reliquien in unsere Tage hinein, Reliquien, die im schwarzen Abgrund da unten die endlosen Epochen lebendig überdauert haben, die der Fossilrest ihrer Vorfahren im finsteren Bergesschacht versteinert überwand. Ein kleiner Zweig seelilienähnlicher Stachelhäuter nur, der sich zweifellos schon früh von ihnen abgezweigt, ist eigentlich lebensfähig geblieben: die sogenannten Haarsterne. Auch die Haarsterne, heute noch in etwa 400 Arten über alle Meere reich verbreitet, sind höchst merkwürdige Tiere. In ihrer Jugend gleichen sie durchaus einem echten Pentacrinus auf festgewachsenem Stiel. Beim reifen Tier aber löst sich die Blüte



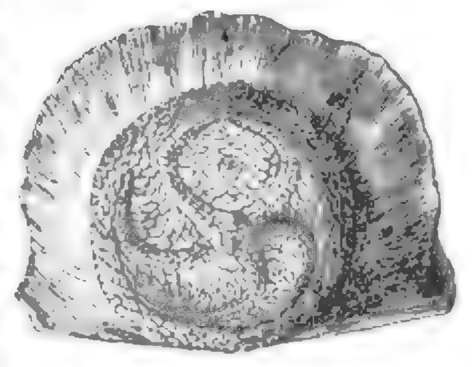
Eine Seelilie (Tier) aus der Ordnung der Armlilien (Eucrinoidea) der Silur-Zeit (oberer Silur von Gotland).
Die links dargestellte Art ist der Cyathocrinus longimanus, Kelch und Arme in natürlicher Größe (nach Angelin). Rechts oben sieht man ein vergrößertes Armfragment von C. ramosus, links von der Seite, rechts von innen, darunter eine Kelchdecke von C. malvaceus oben mit, unten ohne Kelchtäfelchen (nach Meek und Worthen); die letztere Art stammt schon aus der Steinkohlenzeit, die Hauptentfaltung dieser Cyathocriniden war aber im oberen Silur.

gleichsam von ihrem Stamm und kriecht fortan frei beweglich umher. Der erste Blick zeigt hier im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes die Wiederholung eines stammesgeschichtlichen Vorganges: der Haarstern ist ein relativ junger Abkömmling der echten Seelilie, und zwar zweifellos ein Fortschritt, — der einzige, den diese Klasse der Stachelhäuter noch gemacht hat und mit dem sie, selbst wenn jene echten Formen der Tiefsee ausgestorben wären, doch noch ein letztes lebendiges Zeugnis ihrer Existenz geben würde bis auf diesen Tag.



Eine Seelilie (Tier) aus der Ordnung der Armlilien (vergl. das Bild S. 290) der Devonzeit (Eifelkalk), restauriert nach Schultze (Lecythocrinus Eifelianus).

Von fossilen Crinoideen oder Seelilien der echten Sorte sind heute an 1500 Arten beschrieben. Ihre kalkigen Stengelglieder setzen vielfach ganze Gesteinsschichten zusammen. Aber auch ganze Exemplare, oft mit enormen Blüten auf viele Meter langen Schäften, kommen vor. Man glaubt auf einen Meeresgrund zu blicken, der meilenweit ein einziger Wald dieser prachtvollen Tierpflanzen war, die höchstwahrscheinlich gleich den heutigen Haarsternen auch noch in den üppigsten Farben prangten. Und das trifft schon zu für die kambrische und sehr verstärkt die silurische See. Im oberen Silur finden sich allein in dem uralten Korallenriff, das die Insel Gotland bildet, 43 Gattungen mit 176 Arten (vergl. Bild S. 290). Im Devon ist der Reichtum geringer, aber immer noch groß genug. Gleichzeitig mit ihnen erscheinen seltsam geformte Stachelhäuter von Kugelform, die meist auch auf einem kurzen Stiel festsitzen, doch auch ganz frei sein können, wie die Seeigel. Man hat sie Cystideen oder Seeäpfel (Cuestis soviel wie Blase) genannt und reiht sie mehr oder weniger eng den Seelilien an. Irgend welche Nachkommen scheinen sie über die paläozoische Zeit hinaus nicht hinterlassen zu haben. Betrachtet man eine Art, wie den hier abgebildeten Agelacrinus Cincinnatiensis, so kann man sich schwer der Vermutung entschlagen, daß in dieser Gruppe Seesterne und Seelilien noch eng zusammenhingen. Aber Sicheres läßt sich darum noch nicht aussagen, und vielleicht ist der Lichtblick nur ein trügerischer. Die Cystideen besitzen zum Teil noch Arme. Eine weitere, lose hier sich anschließende



Eine sogenannte Cystidee (den Seelilien verwandtes Tier aus dem Kreise der Stachelhäuter) des unteren Silur von Cincinnati (Nordamerika).

Das Tier (Agelacrinus Cincinnatiensis) war nicht gestielt, wie die Seelilien S. 289 und 290, sondern saß mit der ganzen Unterseite festgewachsen auf Schalen anderer Tiere, z. B. hier auf einer Brachiopodenschale.

(Natürliche Größe)

Gruppe unechter Seelilien, die Blastoideen (blastos, Knospe) oder Seeknospen, besaßen bei sonst ähnlicher Form keinerlei Spur mehr von Armen. Auch sie sind schon im paläozoischen Zeitalter ausgestorben, und vergebens bemüht man sich, heute noch rechte Analogien aus der Kette des Lebendigen für sie zu finden.

Man sieht: trotz aller Formenfülle ist die paläontologische Ausbeute für den Stammbaum gering, da mit Ausnahme der Seegurken alle Echinodermenklassen gleichzeitig, und zwar in einer gegen heute um zwei vermehrten Zahl gleich zu Anfang schon auftauchen. Es bleibt der Phantasie ein weites Feld, und so mancher Versuch wird noch gemacht werden, das Rätsel dieses „Pentagramma" (Fünfeck) der Stachelhäuter zu lösen, auf das Carus Sterne gelegentlich mit Laune das Faustwort „Dies Pentagramma macht mir Pein" angewendet hat.



Eine sogenannte Cystidee, ein Tier aus dem Kreise der Stachelhäuter.

(Verwandte der Seelilien.)

Die Cystideen, die heute keine lebenden Nachkommen mehr auf der Erde besitzen, fanden ihre höchste Entfaltung in der Silurzeit und verschwinden in der Steinkohlenzeit. Die hier dargestellte Art, Echinosphaerites aurantium, stammt aus dem unteren Silur von Pulkowa (Rußland). Oben sieht man das Tier links von oben, rechts von der Seite, unten links den Mund (vergrößert), rechts vergrößerte Kelchtäfelchen.

Das Bild des silurisch-devonischen Meeres hat im voraufgehenden immer schärfere Umrisse angenommen. Wir sehen es ummauert mit gigantischen Korallenriffen. Um das Riff regt sich eine üppige Tierwelt. Seesterne breiten ihre Arme aus, der Seeigel wühlt sich ins Gestein, zahllose kleine Krebschen durchhuschen die blaue Flut, und nach der Tiefe zu verliert sich ein leise im Wogenzuge mitzitternder Wald zart gefiederter Seelilien. Aber in diesem friedlichen Bilde fehlt noch ein bezeichnender Zug. Es fehlen die großen Räuber des Oceans. Wohl haben wir schon vom Haifisch vernommen, der gierig den Seetangschleier und das Dickicht pflanzenähnlicher Tierblüten zerteilt. Aber weit massenhafter treibt da sein Wesen ein unförmliches Tiergeschlecht, das um die Wende des Kambriums, kein Mensch weiß woher, jählings auftaucht, und zwar in so ungeheuren Scharen auftaucht, daß man die ganze Formation danach benennen möchte. Der Leser denke sich schnell daher schwimmend einen langen, lanzenartig spitz zulaufenden

Cylinder, aus dessen abgewandtem Ende ein dicker Kopf mit stieren Augen und einem kurzen Gewimmel nackter Fangarme schaut. Der feste Cylinder allein mag unter Umständen eine Länge von mehr als acht Fuß haben, — das nahende Wesen ist also kein scherzhaft zu nehmender Gegner, dem sicherlich alles, was unter Haifisch-Größe steht, gefällig die Straße räumt. Was wir erblicken, ist der Vertreter eines neuen Tierkreises, des Kreises der **Weichtiere** (**Mollusca**), und zwar einer seiner höchst entwickelten Vertreter, ein Tier aus der Klasse der **Cephalopoden** oder **Kopffüßer**, die nach einem bekannten Einzelbeispiel auch vulgär wohl als **Tintenfische** oder **Polypen***) bezeichnet werden.

Zwei natürliche Gruppen aus dem Kreise der Weichtiere kennt jeder Leser: die **Schnecken** und die **Muscheln**. Allerdings wirft der Laie beide Begriffe im Sprachgebrauch kunterbunt durcheinander und bezeichnet vor allem die bunten Schalen der großen Meerschnecken, die ein so gewöhnliches Schmuckstück unserer Wohnungen bilden, als „Muscheln“. Der Begriff ist grob geklärt, wenn man sich gewöhnt, in dem Gesamtbilde der zugehörigen bekannteren Tiere alles als Schnecke zu bezeichnen, was **nackt** ist (z. B. unsere bekannte rote oder schwarze Wegschnecke) oder nur **eine** Schale besitzt (z. B. unsere eßbare Weinbergschnecke und die ganze Masse jener Flügelschnecken, Trompetenschnecken, Harfenschnecken u. s. w., die durch ihre Größe und prachtvolle Farbe beliebt sind). Als Muschel dagegen ist der ganze Rest anzusehen, der **zwei** miteinander verbundene Schalen, eine rechte und linke, besitzt; die einfachsten Beispiele sind unsere Malermuschel, die Auster und die eßbare Miesmuschel. Der Zoologe darf, sobald diese Grundtypen einmal in der Anschauung sich gesondert haben, dann noch darauf aufmerksam machen, daß diese fundamentale Abweichung in den Schalenverhältnissen Hand in Hand geht mit einem tiefgreifenden Organisationsunterschiede der Schalenbewohner selbst: die Schnecken haben einen deutlich gesonderten Kopf, der meist Fühler und Augen und im Munde Kiefer und Zunge trägt, — die Muscheln dagegen entbehren aller dieser Dinge vollständig. Die Schnecken haben es auch allein (bei einem Teil ihrer Mitglieder) zum dauernden Landaufenthalt mit Lungenatmung gebracht, während alle Muscheln ewig im Wasser bleiben und durch Kiemen atmen. Der Fachmann weiß allerdings, daß zwischen Schnecken und Muscheln noch eine vermittelnde dritte Klasse existiert, diese ist aber so winzig, daß sie dem Laien niemals

*) Der dem Griechischen entnommene Ausdruck „**Polyp**“ (Vielfuß) ist der allerunglücklichste, da das gleiche Wort im zoologischen Sprachgebrauch auf gewisse Cölenteraten, z. B. unsern einheimischen Süßwasser-Polypen (Hydra) angewendet wird, also zu starken Mißverständnissen führen kann. Auch in der Bezeichnung „Tintenfisch“ liegt, abgesehen davon, daß lange nicht alle Kopffüßer tintenartige Säfte entwickeln, etwas Schiefes durch die ganz ungehörige Anspielung auf einen „Fisch“, die den Laien notwendig verwirrt.

auffällig werden kann. Sie wird einzig von den wunderlichen Röhrenschnecken oder Elefantenzähnen (Scaphopoda) gebildet, — Schnecken, die keinen Kopf haben, gleich den Muscheln, aber doch in einer einzigen, vorne und hinten offenen Schale stecken.

Neben diese geschlossene Hauptmasse der Weichtiere stellt sich nun die Schar jener grotesken Gesellen, die das Wort Kopffüßer oder Tintenfische lose unter einen Hut bringt. Man braucht nur fünf Minuten im Aquarium dem Studium eines Tintenfisches zu widmen, um einzusehen, daß dieses gewandte, in allen Bewegungen klug berechnende, bald mit Hilfe seiner langen, um den Mund gruppierten Beine eilig dahinkriechende, bald pfeilschnell schwimmende Tier mit den großen Fischaugen einen Typus darstellt, der über die Schnecke so weit vorragt, wie etwa der Krebs über den Wurm. Allerdings verrät der seltsam unbeholfene, sackartige Körper (vergl. das Bild S. 297) ein gewisses niederes Erbe vom allgemeinen Weichtierstamm. Aber der Fortschritt ist doch ein gewaltiger, so gewaltig, daß man unwillkürlich nach der Riesenkette nötiger Bindeglieder ausschaut, die von der Schnecke hierher leiten soll. Sie steht uns nicht zu Gebote, diese Kette. Wohl tummelt sich auf der hohen See ein kleines lustiges Völkchen absolut rätselhafter Weichtiere, die sogenannten Flossenfüßer oder Ruderschnecken (Pteropoda), bei denen man versucht sein könnte, eine Brücke zu finden. Um Einbruch der Dunkelheit wimmeln diese zierlichen Gebilde, denen die flügelartigen Flossen und lieblichen Farben das Ansehen schwimmender Schmetterlinge verleihen, in ungeheuren Scharen zur Oberfläche des Oceans herauf, eine Nahrung besonders der Walfische, die enorme Massen verschlingen. Es ist möglich, daß die Entwickelungslinie von der Schnecke zum Tintenfisch über ähnliche Formen der Urzeit weggegangen ist; gewiß ist es nicht. Was aber ganz gewiß ist, ist der Umstand, daß alle diese Weichtier-Klassen: die Schnecken, die Muscheln, die Kopffüßer, ja selbst die Elefantenzähne und (wahrscheinlich) Flossenfüßer bereits im Silur nebeneinander vertreten sind. Der Fall liegt also (bloß noch schärfer) ebenso wie bei den Stachelhäutern. Von einem paläontologisch exakt begründeten Stammbaum kann keine Rede sein, zumal das Bestehen der sämtlichen Gruppen sogar für das Kambrium eine große Wahrscheinlichkeit hat. Die entschieden höchste Klasse, die der Kopffüßer, ist dort bereits sicher nachgewiesen. Und erst innerhalb der einzelnen Klassen dürfen wir auf phylogenetische Belehrung durch die Paläontologie hoffen. Eine solche wird uns denn in der That zu teil eben bei den Kopffüßern, — eine äußerst wichtige sogar.

Es giebt eine wundervolle Molluskenschale, die unsere Kultur zu den verschiedensten Zwecken, bald als Blumenampel, bald als Trinkgefäß, bald bloß als köstliches Schaustück einer fürstlichen Schatzkammer seit langem zu verwerten weiß. In der gewöhnlichen Zierform schillert die große, schnecken-

artig gewundene Schale in den herrlichsten Perlmutterfarben, die das zarte Lichtspiel des Regenbogens mit dem Schmelz seiner Seide verbinden. Manchmal, bei den bewundertsten Stücken, sind erhabene oder eingeätzte Ornamente und Figuren künstlich darin angebracht, die den Reiz erhöhen. Aber auch im reinen Naturzustande ist der Nautilus, wie die Schale genannt wird, bereits ein Prachtstück. Jener Perlmutterglanz ist schon Kunst und durch Abschleifen der Außenschicht gewonnen. Die frische Schale zeigt statt seiner ein milchiges Weiß mit zart geflammten, rotbraunen Streifen. Mancher Leser mag einen solchen Nautilus roh oder bearbeitet auf dem Kamin stehen haben, ohne je darüber aufgeklärt zu werden, welche unschätzbare Urkunde der Natur in den schönen Wellenlinien dieser Schale uns erhalten ist. Denn was er wohl einfach für ein Schneckenhaus hält, das nur durch die Grazie über andere sich erhebt, das ist in Wahrheit die harte Hülle des geheimnisvollsten aller Kopffüßer, eines letzten Mohikaners aus Urzeiten der Erde: des berühmten, allen Zoologen und Paläontologen einzig an Wert dastehenden Nautilus pompilius. Mit den frühesten Handelsverbindungen, die sich von der Mittelmeerkultur nach dem Indischen Ocean hinüberspannen, kam auch die Nautilusschale schon in Umlauf. Aristoteles in der Zeit des großen Alexander beschreibt sie bereits. Aber erst seit 1705, wo Rumph ein Nautilustier selbst untersuchte, datiert unsere exakte

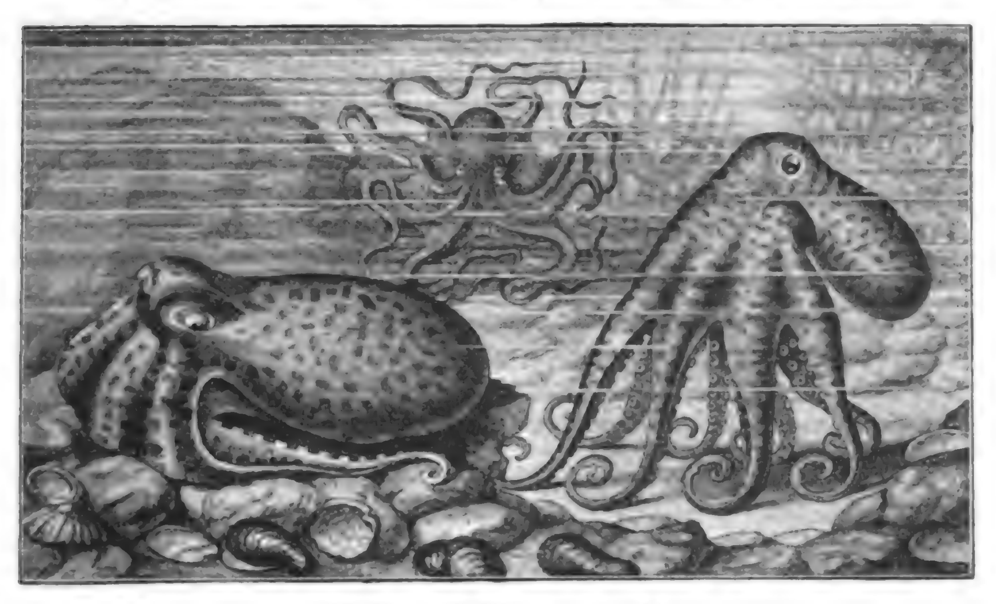
Der einzige noch lebende Vertreter der paläozoischen Kopffüßer: der Nautilus pompilius.



Das Bild zeigt Tier und Schale im Durchschnitt. Man sieht, wie das im Umriß dem Tintenfisch (vergl. das Bild S. 297) ähnelnde Tier mit dem Bauch nach der Innenseite in der vordersten Schalenkammer *(c)* sitzt. Bei *a* bilden zwei verdickte Arme oder Fühler die sogenannte Kappe, die, wenn das Tier sich in die Schale zurückgezogen hat, deckelartig die Öffnung verschließt. Unter den Fühlern gewahrt man das eine der beiden großen Augen. *b* ist der sogenannte Fuß oder Trichter. Von der ersten Scheidewand *(d)* aus teilt sich der Schalenraum in regelmäßige Kammern, die bloß von dem sogenannten Sipho, einer dünnen, röhrenförmigen Verlängerung der Rückenhaut, durchzogen werden, sonst aber einfach mit Luft erfüllt sind und der schweren Schale das Schwimmen ermöglichen. Der Nautilus lebt in vier Arten im Indischen und Stillen Ozean.

Kenntnis, daß in dem schönen Hause ein Tier wohne, das unbedingt in die engere Verwandtschaft der Tintenfische gehört. Das umstehende Bild mag die Erinnerung des Lesers auffrischen, wie ein Tintenfisch aussieht. Allerdings ist die abgebildete Art, wie fast alle ihre Verwandten, äußerlich ganz weich und schalenlos. Beim Aufschneiden würde man indessen bei den meisten auch dieser „nackten“ Tintenfische einen soliden Teil im Innern finden, der gewissermaßen eine Art innerer Schale bildet. In einem Falle, bei dem seltsamen Posthörnchen (Spirula), ist diese Schale noch deutlich als spiralig gerollte Röhre zu erkennen, durchweg aber stellt sie bloß eine einfache, sohlenförmige Platte dar, wie sie z. B. als „Sepia“ (os sepiae) in jedem Droguengeschäft vorrätig ist und zu Zahnpulver, beim Polieren u. s. w. verwertet wird; nur ein einziger dieser echten Tintenfische (Dibranchiata) trägt — und zwar nur als Weibchen — eine große äußere Schale mit sich herum, die Argonauta argo. Der Nautilus ist also schon in diesem Punkte ein sehr außergewöhnlicher Gast unter den Kopffüßern, und die Absonderlichkeit wächst beim näheren Besehen der Schale und ihres Bewohners. Die sämtlichen anderen Kopffüßer unserer Tage besitzen jederseits je eine Kieme; der Nautilus hat deren je zwei, bildet also mit seiner einen Gattung von ein paar Arten eine ganze Ordnung für sich, die Vierkiemer oder Tetrabranchiata, gegenüber 60 Gattungen und über 200 Arten der Zweikiemer oder Dibranchiata. Der charakteristische Tintenbeutel der Zweikiemer fehlt dem Nautilus vollständig, ebenso haben seine dünnen, zahlreich den Mund umwimmelnden Fühler keine Spur von jenen (nach dem Prinzip der Schröpfköpfe gebauten) Saugnäpfen der Tintenfischarme, die den Polypen so zäh haften lassen (schon Homer besingt es!) und selbst zum gefährlichen Gegner des badenden Menschen machen können. An der Schale haftet der Nautilus hauptsächlich durch zwei kräftige, unter den Augen gelegene Muskeln. Die Schale selbst ist, wie oben schon angedeutet, aus zwei Schichten gebaut, einer äußeren, porzellanartigen, die sich wegschleifen läßt, und einer inneren, perlmutterglänzenden. Das Merkwürdigste aber enthüllt sich, wenn man sie ganz aufbricht. Man sieht dann, daß das nackte, sackförmige, immerhin dem Tintenfisch auf S. 297 noch einigermaßen ähnliche Nautilustier selbst nur einen relativ ganz kleinen Teil seiner Riesenschale bewohnt. Die Windungen dieser Schale sind durchsetzt mit zahlreichen Scheidewänden, die eine lange Reihe geschlossener Kammern herstellen (vergl. das Bild S. 295). Nur die vorderste, größte Kammer enthält das eigentliche Tier, das mit dem Bauche gegen die gewölbte (konvexe) Seite der Spirale anliegt. Nur ein winziger Teil des weichen Körpers, der sogenannte Sipho, eine röhrenartige Verlängerung der Rückenhaut, in der ein Blutgefäß läuft, tritt gleichsam als dünner „Lebensfaden“ durch Öffnungen der Scheidewände in alle Kammern ein und reicht bis zur Spitze der Spirale. Man nimmt an, daß im Verlaufe seines Wachstums das Nautilustier sich

gewissermaßen sein Gehäuse erst erbaut, etwa in der Weise, daß es anfangs nur die innerste Kammer inne hatte, mit zunehmender Dicke sich dann vorschob, die Kammer abschloß und nur den Sipho darin ließ — und so immer weiter, bis die Schale mit ihren Kammern fertig war. Wie das im einzelnen zugeht und welchen Zweck der Sipho eigentlich hat, ist noch Streitfrage, da das lebendige Tier bisher überhaupt nur in den seltensten Fällen in die Hände von Naturforschern gelangt, seine Ontogenie aber noch ganz unbekannt ist. So viel scheint festzustehen, daß die fast leeren, mit Luft gefüllten Kammern die schwere Schale im Wasser sehr viel leichter



Ein Tintenfisch (Octopus vulgaris).
Links ruhend, rechts gehend.

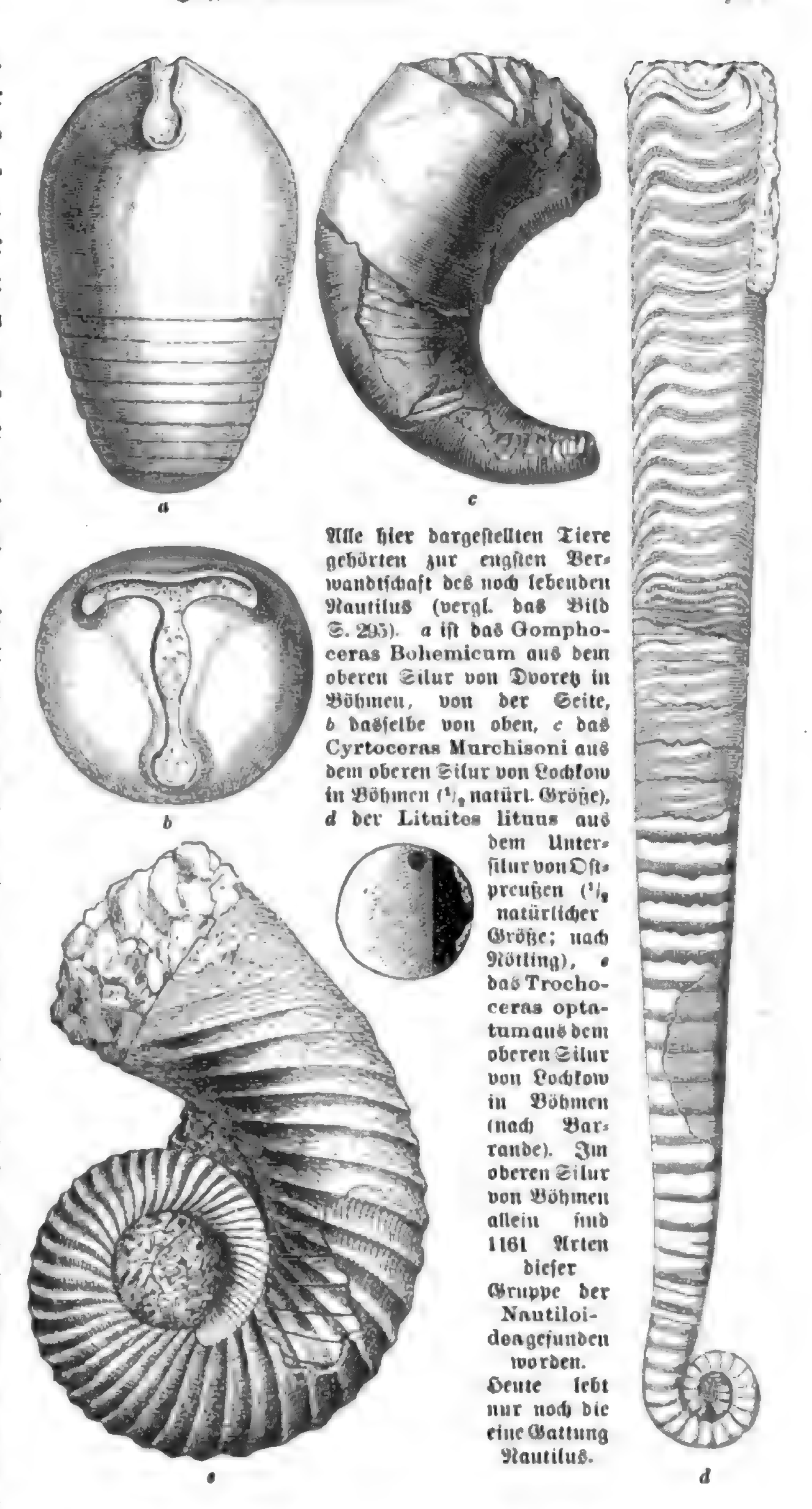
machen und das Tier bei ausgebreiteten Fühlern schwimmen lassen; will es sinken, so wird es sich tief in seine Wohnkammer zurückziehen und sogleich bei verminderter räumlicher Ausdehnung nach einfachstem physikalischem Gesetz abwärtsgleiten. Der Nautilus ist im Indischen und Stillen Ocean kein seltener Gast, der sich bald in Scharen an der Oberfläche herumtreibt, — bald aber mit der Schale nach oben auf dem Grunde kriecht, von wo das Schleppnetz des englischen Schiffes Challenger ein Exemplar aus 300 Faden Tiefe bei den Fidji-Inseln hervorholte.

Der Leser ist nicht ohne Grund so lange beim Nautilus aufgehalten worden. Heute bildet er allein die Ordnung der Tetrabranchiaten. Einst war das ganz anders. Aus den versteinerungführenden Schichten sind

über 6000 Arten nautilusähnlicher Kopffüßer uns erhalten. Jahrmillionen lang sind die Nautiliden Charaktertiere des Meeres gewesen in einer jedenfalls noch auffälligeren Weise als heute die echten zweikiemigen Tintenfische. Und ihr Reich beginnt mit staunenswerter Formenfülle bereits im Silur. Jeder, der einmal ein paläontologisches Kabinett auch nur flüchtig durchschritten, kennt die derben Steingebilde, die man Ammonshörner oder Ammoniten nennt.*) Sie sind bisweilen von gewaltiger Größe und durchweg von außerordentlicher ornamentaler Schönheit. Ist die Schale aufgeschlagen, so gewahrt man im Innern die Kammern wie beim Nautilus. Die Form ist allerdings eine vielfach wechselnde. Bald ist die platte Spiralschnecke des Nautilus treu gewahrt, bald aber steigt die Schale hoch an wie ein Turm, oder wieder sie löst ihre Spirale auf, streckt sich mehr und mehr und bildet endlich einen einfachen Cylinder. Nach dem feineren Bau der inneren Scheidewände hat man sich genötigt gesehen, zwei Hauptgruppen zu unterscheiden: die eigentlichen Nautiloideen (Nautilina) und die eigentlichen Ammonshörner (Ammonitina). Es ist aber kein Zweifel, daß beide doch aufs engste nebeneinander gehören. Die Ammonoideen übertreffen in der Artzahl die Nautiloideen im Verhältnis von 4000 zu 2500, dafür reicht aber keiner ihrer Vertreter bis auf die Gegenwart. Zeitlich beginnen beide Zweige des Vierkiemer-Stammes in der Epoche, die uns beschäftigt, doch scheinen die Nautiloideen entschieden die ältere Gruppe zu sein, sie setzen bereits im Kambrium ein und erreichen den Gipfel ihrer Entwickelung im oberen Silur, wo Barrande aus Böhmen allein 1161 Arten beschrieben hat. Die Ammonoideen beginnen erst im obersten Silur, feiern ihre Blüte in der Sekundär-Periode und erlöschen bei deren Abschluß mit der Kreide-Formation plötzlich und vollkommen. Merkwürdig zu sehen ist, wie in der äußeren Form die beiden Äste des Hauptstammes einen genau umgekehrten Weg einschlagen. Die Nautiloideen heben an mit sehr unregelmäßigen, vor allem cylindrisch gestreckten Schalen, werden aber in der Folge alle regulär, d. h. so, wie der Nautilus heute noch ist. Die Ammonoideen dagegen treten korrekt auf, werden nachmals aber immer unregelmäßiger, bis sie mit graden Cylinderformen abschließen. Möglich ist, daß die zweite Gruppe im Silur aus der ersten hervorgegangen ist, — sichere Beweise liegen dafür nicht vor. Wo, falls sie die Stammordnung sind, die Nautiloideen an der Grenze von Kambrium und Silur hergekommen sein sollen, ist vorläufig ganz und gar ein Rätsel. Ihr Entstehungsherd muß fernab von den nördlichen, allein ausreichend erforschten Teilen der Erde gelegen haben. Als die See im Silur mehr und mehr nach Norden drang, mag sie zahllose Scharen dieser flotten Hochsee-Schwimmer mit herüber gebracht haben. Mächtige Gesellen

*) Das Wort ist hergeleitet von der Ähnlichkeit mit den Widderhörnern, die auf den antiken Denkmälern das Haupt des libyschen Gottes Jupiter Ammon schmücken.

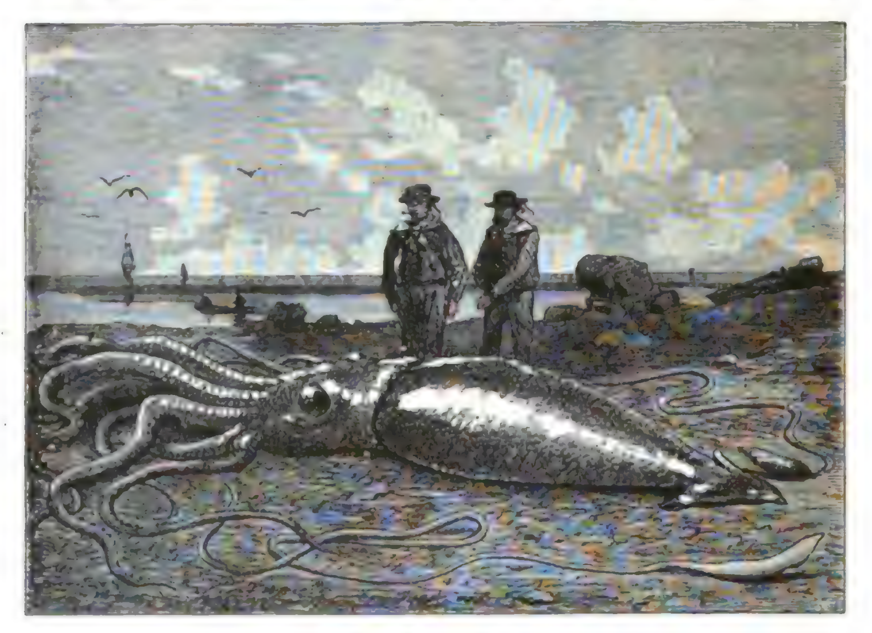
waren dabei, besonders unter den gradlinigen, cylindrischen Formen, die man unter dem Namen Orthoceras zusammenfaßt. Wer die großen Bauwerke Stockholms mustert, der stößt in dem silurischen Marmor, der dabei verwertet ist, allenthalben auf die gekammerten Durchschnitte mit dickem Sipho einer solchen Orthoceras-Art, die bis zu 6 Fuß lange Röhren entwickelte. Die fünf beistehenden Figuren mögen ein paar solcher Typen vorführen, wie sie langsam in der Form vom graden Stab zur echten Nautilus-Spirale überlenken. Die Größe einzelner dieser Formen braucht uns



Alle hier dargestellten Tiere gehörten zur engsten Verwandtschaft des noch lebenden Nautilus (vergl. das Bild S. 295). *a* ist das Gomphoceras Bohemicum aus dem oberen Silur von Dvoretz in Böhmen, von der Seite, *b* dasselbe von oben, *c* das Cyrtoceras Murchisoni aus dem oberen Silur von Lochkow in Böhmen (1/2 natürl. Größe), *d* der Lituites lituus aus dem Untersilur von Ostpreußen (1/2 natürlicher Größe; nach Nötling), *e* das Trochoceras optatum aus dem oberen Silur von Lochkow in Böhmen (nach Barrande). Im oberen Silur von Böhmen allein sind 1161 Arten dieser Gruppe der Nautiloidea gefunden worden. Heute lebt nur noch die eine Gattung Nautilus.

Schalen von Kopffüßern (dem Tintenfisch ähnlichen Tieren) aus der Silur-Zeit.

wenig in Verwunderung zu setzen, seit wir endlich wissen, daß auch heutigen Tages noch Kopffüßer (allerdings nur echte Zweikiemer) von kolossalen Dimensionen im Ocean hausen. Lange als Märchen verspottet, hat die Erzählung vom „Kracken“ in den letzten Jahrzehnten völlig reale Gestalt angenommen. Das Berliner Museum für Naturkunde bewahrt in seiner reichen, wundervoll aufgestellten Sammlung echte Reste und in Holz nachgearbeitet ein vollständiges Modell eines solchen Kracken, den Hilgendorf in Japan untersucht hat und der bei 2,3 m Körperlänge in den



Riesen-Tintenfisch.

größten Armen noch 1,97 m maß. Aus Neufundland gar ist über Riesentintenfische von 3 m Körper- und 9 m Armlänge berichtet worden. Die Saugnäpfe an einem im Kopenhagener Museum aufbewahrten Arm von der Dicke eines menschlichen Schenkels haben die Größe von Kaffeetassen.

Aus der paläozoischen Zeit sind Reste echter Tintenfische vom Schlage dieser heutigen Kracken nicht bekannt, sie müssen wohl erst allmählich aus den alten Vierkiemern (vielleicht jenen cylindrischen Orthoceras-Arten) sich entwickelt haben, — an sich eine Annahme, die besonders durch den seltsamen kleinen Zweikiemer Spirula gestützt wird, der im Innern eine lose aufgerollte Kalkschale mit sich herumträgt, die regelrecht in Luftkammern (mit Sipho) eingeteilt ist. Oder waren sie ganz skelettlos, selbst ohne inneres Sepiaschild, gleich dem heutigen Octopus? Dann würden sie in Masse

damals schon gelebt haben können und würden uns doch wahrscheinlich für immer entgehen nach jenem unerbittlichen Verhängnis, das die Reste weicher Tiere betrifft.





Eine Schnecke aus der paläozoischen Zeit.
Die Gattung, zu der die dargestellte Art (Euomphalus oder Straparollus catillus aus dem Kohlenkalk von Irland) gehört, beginnt schon in den ältesten Schichten (Kambrium), ist aber heute gänzlich erloschen. Von der ganzen Familie (Solariidae) lebt bloß noch Solarium in den tropischen Meeren, z. B. Solarium perspectivum, die gemeine Perspektivschnecke Ostindiens.

Die übrigen Zweige des Mollusken-Stammes sind, wie oben schon erwähnt, anscheinend sämtlich in der frühen Epoche, die wir betrachten, bereits ausgebildet gewesen. Schon im Kambrium erscheinen Schnecken wie der abgebildete Euomphalus mit seiner fast an Nautilus erinnernden platten Spirale. Im Silur leben bereits gegen tausend Arten. Ebenso setzen die Muscheln im Kambrium ein, ohne grade im Silur und Devon eine sonderlich hohe Blüte, die sich etwa mit der der Brachiopoden (vergl. S. 279) messen könnte, zu erreichen. Pteropoden (Flossenfüßer) wollen wenigstens eine Reihe von Forschern in Masse schon vom Kambrium an nachgewiesen haben, andere zweifeln allerdings die angeblichen Reste als solche an. Elefantenzähne endlich (Dentalium, vergl. S. 294) sind wohl ziemlich sicher echt aus dem russischen Silur beschrieben worden.



Eine Schnecke aus der Silur-Zeit.
Die dargestellte Art ist Orthonychia (Acroculia) elegans aus dem obern Silur von Lochkow in Böhmen. Sie gehört zur Familie der Capulidae, die heute noch ihre lebenden Vertreter in einer Reihe von Gattungen besitzt, z. B. den Zipfelschnecken (Calyptraea) der Philippinen, den Mützenschnecken (Pileopsis) u. a.

So haben wir denn, alles in allem genommen, eine ungeheuer reiche Meeresfauna. Keine Rede ist von einem „ersten Schöpfungstage“. Alle höheren Tierstämme tauchen mit größter Formenfülle gleichzeitig auf, — zum deutlichen Beweise, daß das Stück längst gespielt wird und daß nur wir mit unsern unvollkommenen Beobachtermitteln die verspäteten Zuschauer sind, die den wahren Anfang verpaßt haben. Oben haben wir gesehen, wie auch das Festland und die Binnensee in gleicher Weise bereits

ihr bewegtes Leben hatten. Hinter dem Korallenriff in der Brandung des offenen Oceans wuchs das harte Felsufer. Es türmte sich auf zum Gebirg, das ewiger Schnee krönte. Vom tauenden Gletscher löste sich der Strom und stieg jenseits nieder zur flachen Meeresbucht, ihre Salzlake zum Brackwasser abschwächend, in dessen Schlamm gepanzerte Fische und riesenhafte Seraphim-Krebse sich bargen. Wir ahnen auch aus flüchtiger Andeutung, daß dieses Land bereits ein reiches Pflanzenkleid trug, wenigstens gegen Ende der Epoche. Aber grade hier möchten wir mehr wissen. Wir möchten aus dem Ocean und der Binnensee wirklich hinaufsteigen in diese Wälder der Urzeit, — möchten das Bild der zahllosen, oft so pflanzenähnlichen Tierformen des Wassers ergänzen durch den Anblick des echten grünenden Pflanzenlebens im freien Sonnenlicht.

Die Natur hat gesorgt, daß uns der Wunsch in überschwänglicher Fülle gewährt wird, sobald wir übertreten zur folgenden Formation. Es ist die Formation der Steinkohle, die sich naht. Steinkohle heißt verhärtete Pflanzenmasse. Und über ihre schwarze Schicht herauf hebt sich der Phantasie das lebensgrüne Schauspiel der üppigsten Waldungen, die je auf der Erde bestanden haben.

Im Farnwald der Steinkohlen- und Perm-Zeit.

Das Bild der modernen Großstadt taucht auf, wenn das Wort „Steinkohle“ erklingt. Tausend himmelhohe, unschöne Schlote recken sich kahl empor und verfinstern die Luft mit ihren schwarzen Qualmwolken. Darunter aber hämmert und rollt und bebt es in tausend Stimmen, tausend Bewegungen: die Zauberkraft des dunklen Stoffes, der jene Wolken färbt, thut ihr gigantisches Werk. Alle Tage dehnt die Fabrikstadt weiter ihren Raum, der blaue Himmel und der grüne Wald weichen besiegt vor ihr zurück. Und doch haben dieser sonnendurchstrahlte Himmel, dieser frische, sauerstoffatmende Wald sie selbst erst geschaffen. Ihr Werk ist die Kohle, die auf all den Essen flammt, — das Erbe üppiger Waldungen einer uralten Zeit, deren zartes Blattwerk das Licht derselben Sonne trank, die heute trüb durch all den Rauch der paffenden Kamine äugt. Und wo diese Schornsteine jetzt ragen, da erhob sich einst ein geheimnisvolles Heer lebendiger Säulen, Baumkolosse, den kleinen Schachtelhalmen unserer Sumpfränder gleich, aber ins Riesenhafte heraufgetürmt, die, zerbrochen und verdeckt, spät noch den seltsamen schwarzen Stein liefern sollten, der heute der köstlichste Schatz unserer Kultur im Erdenschoße ist.

Es fällt schwer, sich in diesen Gedankengang fest hineinzuträumen. Grade weil uns die Kohle etwas so Alltägliches ist, denken wir am wenigsten über sie nach. Und doch liegt selbst die Zeit uns relativ noch nicht fern, wo die Kohle als solche so gut wie unbekannt war, — geschweige denn, daß man über ihre Entstehungsart gegrübelt hätte. Unsere Väter haben die Welt noch ohne Elektrizität, zum Teil sogar noch ohne Dampf gekannt. Ein paar Generationen nur zurück, und man steht schon bei einer Kultur ganz oder fast ganz ohne Kohlen. Marko Polo, der große Wanderer von Venedig des 13. Jahrhunderts, der von Italien bis tief ins Herz des chinesischen Reichs vorgedrungen war, sah mit Staunen ein schwarzes Mineral, das in Nordchina aus Bergen gegraben wurde und, „wenn es abends aufs Feuer gelegt wurde, morgens noch brannte". Seit undenklichen Zeiten mochte wohl der pfiffige Chinese diesen Naturzauber schon hegen. Aber wie in so manchen seiner Künste: er wußte nicht viel daraus zu machen. Noch heute liegen die ungeheuren Steinkohlenlager seines Riesenreiches so gut wie unbenutzt. Rationeller war man um Polo's Zeit schon in England an die Sache herangegangen, und bereits begann dort, von Parlamentsakten vergeblich bekämpft, die gesundheitsschädliche Verqualmung der Luft durch den Rauch des neuen Brennmaterials. Immerhin blieb es auch hier bei Anfängen bis auf unser Jahrhundert, das Jahrhundert des Dampfes. Ihm ist die Kohle ein Lebenselement, und wenn sie einst versiegen sollte, was vielleicht nur die Frage von ein paar Jahrhunderten ist, so wird das eine unserer entscheidendsten Kulturkrisen werden.*)

Kein zweites geologisches Produkt steht heute in solcher Weise im Vordergrund unseres Interesses, — kein Kapitel der Erdgeschichte kann folgerichtig bedeutsamer für uns sein als dieses. Trotzdem darf man behaupten, daß weite Kreise unserer sogenannten Gebildeten heute noch kaum notdürftig über das geschichtliche Werden ihres täglichen Heizstoffes unterrichtet sind, — vor allem keine Ahnung haben, welche Fülle tiefer Erkenntnisprobleme jedes Stückchen dieses eigentlichsten „Kultur-Minerals" umschließt. Spielende Phantasie mag sich schon an dem äußeren Bilde dieser Welt, wie es im Geiste uns wieder auflebt, ergötzen: dem tiefer Denkenden aber rauschen durch diesen uralten Schachtelhalmwald noch sehr viel ernstere Melodien, — Offenbarungen über das Bestehen des Alls auf ehernen, seit Urtagen sich ewig gleich bleibenden Naturgesetzen und über

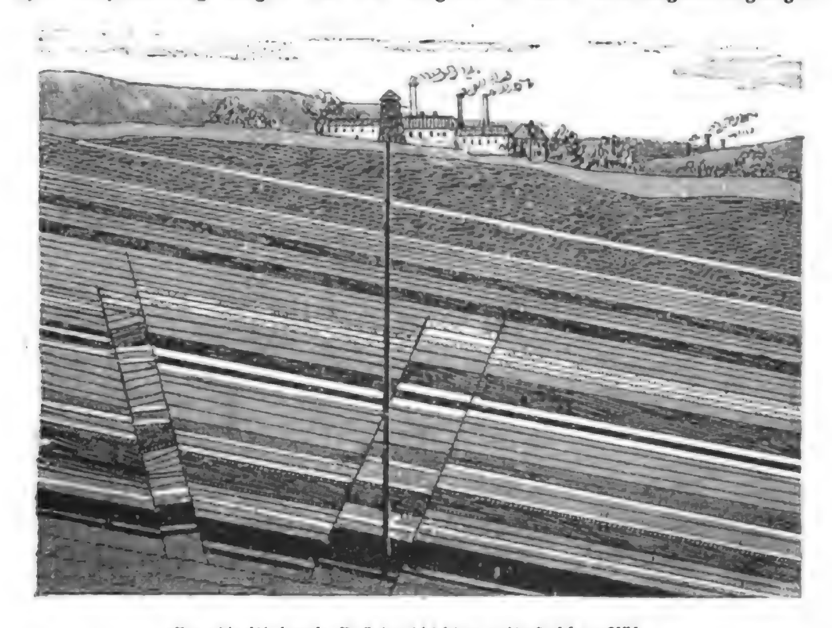
*) England allein hat in dem einen Jahre 1886 über hundertfünfzig Millionen Tonnen Kohlen verbraucht, bis 1889 war der Jahreskonsum aber bereits um siebeneinhalb Millionen gestiegen. Bei einer Zunahme von nur drei Millionen jährlich hatte ein englischer Statistiker, Hull, bereits nur noch eine Frist von 376 Jahren bis zur absoluten Erschöpfung der englischen Kohlenlager anzusetzen gewagt. In den übrigen Kulturstaaten verzehren sich die Schätze nicht minder rapid. Nur China ist vorläufig gänzlich intakt und wird jedenfalls einmal der Zankapfel im künftigen Kampf um die Kohle werden.

die entscheidendsten Grundfragen des Werdens, der Entwickelung in der organischen Welt.

Der Laie pflegt vor dem Wort „Steinkohlen-Formation“ einem doppelten Irrtum zu verfallen. Einmal denkt er sich, daß als Erbe ungeheurer, die ganze Erde bedeckender Waldungen uns eine ganze geologische Formation aus kompakter Steinkohlenmasse erhalten sei. Dann glaubt er, daß lediglich eben diese eine Formation alle je produzierte Kohle umschließe. Beides ist falsch. Die Gesteinsschichten, die man als Ganzes mit dem Namen der Steinkohlen-Formation belegt hat, enthalten nur an bestimmten Stellen Einlagerungen (Flötze) von Kohlen, allerdings dann vielfach sehr mächtige. An anderen Stellen verraten sie sich unverkennbar als einfache Sedimentablagerungen des Meeres oder von Binnengewässern, die im wesentlichen den früheren devonischen gleichen. Keineswegs war etwa mit Beginn dieser Epoche plötzlich allenthalben Land mit üppigstem Pflanzenwuchs an die Stelle eines früheren landfreien „Urmeeres“ getreten. Der Wechsel von Festland, Binnenseen, Meeresbuchten und offener See, wie ihn uns das Kambrium schon verraten, die devonische Zeit aber so deutlich bereits vor Augen gestellt, dauerte auch im Karbon gleichmäßig fort. Nur auf dem Festland, wenn auch wohl an seinen sumpfigen, wasserreichsten Stellen, ergrünten jene weiten Forste, die das Material zur Steinkohlenbildung liefern sollten. Die Epoche war aber so lang, daß selbst hier noch wieder tiefe Umwandlungen statthaben konnten: das Süßwasser und bisweilen sogar das Meer eroberte die bewaldeten Strecken wiederholt, häufte seine Sedimente über die Pflanzenreste, zog sich dann wieder zurück und ließ abermals der Steinkohlenflora Raum — und so fort. So entsteht ein reicher Wechsel der geologischen Gebilde sehr im Gegensatz zu der Vorstellung einer kompakten Kohlenschicht selbst an den Stellen der Formation, die als sogenanntes produktives Kohlengebirge ihr den Ruf und Namen verschafft haben, — an zahlreichen Orten der Erde aber liegt echtes Steinkohlengebirge, das schlechterdings gar keine Kohlen enthält und auch nicht enthalten kann, da es im Meere abgelagert worden ist. Die beiden wichtigsten Meeressedimente werden (der Leser möge sich die Namen merken) als Kohlenkalk (offenbare Ablagerungen des freien Meeres mit Versteinerungen von Meertieren in der Weise jener rheinischen Devonschichten) und Kulm (hauptsächlich wohl Absätze schlammiger Meeresufer mit entsprechender Tierwelt) unterschieden.

Was den zweiten Irrtum anbetrifft, so ist allerdings nicht zu leugnen, daß die Epoche, die nach der Steinkohle ihren Namen trägt, ungemein üppige Wälder erzeugt und unter besonders günstigen, d. h. zur Verwandlung in Steinkohlen günstigen Bedingungen an verschiedenen Orten eingesargt hat. Die Bedingungen, unter denen das geschehen konnte, werden uns gleich näher beschäftigen, — es ist kein Zweifel, daß

in ihnen das eigentliche Rätsel grade dieser Epoche steckt. Aber diese Sonderart geht nun keineswegs so weit, daß etwa die anderen Epochen der Erdgeschichte keinen üppigen Pflanzenwuchs besessen und keinerlei Kohle erzeugt hätten. Die Perm-Formation, die sich dem Karbon anschließt und in diesem Kapitel wegen der nahen Verwandtschaft ihrer Pflanzen- und Tierwelt mit diesem vereint besprochen werden soll, hat folgerichtig auch ihre Kohleneinlagerungen da, wo Vegetation und Bildungsbedingungen



Querschnitt durch Gesteinsschichten mit Kohlen-Flötz.
Man gewahrt deutlich die Störung, Zersplitterung und Verwerfung der Schichten. Über die Ursachen solcher nachträglichen Verschiebungen der ursprünglich horizontalen Gesteinslager vergl. das letzte Kapitel von Bd. I.

zusammentrafen. Trias-Kohle, Jura-Kohle, Kreide-Kohle werden an verschiedenen Orten mit Erfolg ausgebeutet. Im Tertiär, wo sich der Übergang zur Braunkohle vollzieht, tritt uns sogar wieder eine Epoche entgegen, die den Namen „Kohlen-Formation“ als Charakteristikum reichlich ebenso gut wie jene alte verdiente. Erwähnt mag auch noch sein, daß im uralten krystallinischen Schiefer jene früher besprochenen Graphiteinschlüsse wahrscheinlich mit vollem Recht auf chemisch veränderte Kohlenlager (vielleicht Reste von laurentischen Meerpflanzen) gedeutet werden.

Daß der brennbare Stoff, den wir als Steinkohle verwerten, in der That aus Pflanzenresten besteht, wurde im vorigen Jahrhundert bereits als Hypothese aufgestellt. Der alte Scheuchzer, dem seine verunglückte Deutung des schweizerischen Riesensalamanders (vergl. Bd. I, S. 43) leider

einen bösen Ruf verschafft hat, erkannte in diesem Falle doch bereits ganz richtig den Zusammenhang der Pflanzenabdrücke auf den die Kohle begleitenden Schiefern mit der Kohle selbst. Schon 1778 kam dann Beroldingen zu dem Schluß, daß die Steinkohle wohl bloß eine umgewandelte Braunkohle, die Braunkohle aber ein vom Alter umgeformter Torf sei, — womit der Anschluß an pflanzliche Reste offenkundig gegeben war. Die Erklärung Beroldingens deckt sich im wesentlichen heute noch mit unserer gangbaren Theorie über den Ursprung der Flötze, die in ihren Grundlagen wohl kaum je wieder angefochten werden kann. Sie findet ihre Hauptstütze weit über alles bloß Spekulative hinaus in chemischen und mikroskopischen Untersuchungen (von Göppert, Gümbel u. a.), die endgiltig auch in der scheinbar strukturlosen Steinkohlenmasse die deutlichen Spuren der Zellen des pflanzlichen Holz- und Blattgewebes nachgewiesen und sogar zu ziemlich sicheren Schlüssen über die Art der hier zertrümmerten und aufeinandergeschichteten Pflanzen geführt haben. Widerlegt worden ist bei diesen Experimenten (die bei der nötig werdenden Behandlung der Kohle mit Salpetersäure übrigens der Explosionsgefahr wegen nicht ungefährlich sind) sogleich eine Spekulation, die zwar die Herleitung aus Pflanzenresten zugab, die Flötze aber als marine Bildung auffassen und als Reste ungeheurer Seetang-Massen nach Art des heutigen sogenannten „Sargasso-Meeres", der Krautwiesen im Atlantischen Ocean, behandeln wollte. Die Kohle besteht nachweislich nicht aus Seetang. Es ist kein Zweifel, daß an der Stelle, wo sie jetzt im Gestein eingebettet liegt, zur Karbon-Zeit gesellige Landpflanzen wuchsen. In englischen und deutschen Bergwerken hat man in der sandigen Schieferschicht, auf der das Kohlenflötz liegt (also in dem ehemaligen Boden des Waldes), die Wurzeln zahlreicher Bäume gefunden. Vielfach sind noch aufrecht stehende Stämme im Flötz selbst beobachtet worden. Im Kohlenfeld von Lancashire sind sechs fossile Bäume zu Tage gekommen, die noch senkrecht zu ihrer Schicht standen. „Der Boden (berichtet Ernst Koken nach Hawkshaw), in dem sie wurzelten, ein weicher, thoniger Schiefer, war übersät mit den Zapfen dieser Gewächse, dann folgte ein 8—10 Zoll starkes Kohlenflötz, welches aber von den hohen Stämmen (einer war 11 Fuß hoch) noch weit durchragt wurde. Bei Wolverhangton in Staffordshire wurde einmal in einem Tagebau eine Strecke karbonischen Waldbodens freigelegt, auf der 73 Bäume gestanden hatten. Ihre Wurzeln hafteten noch im Boden einer 10 Zoll mächtigen Kohlenschicht, unter der ein Thonlager folgte, die Stämme selbst lagen ausgestreckt am Boden. Unter dieser Lage entdeckte man noch zwei andere Schichten mit Stämmen. Vertikale Baumstämme gehören bei Newcastle zu den gewöhnlichen Erscheinungen und werden, wie Lyell berichtet, von den Bergleuten sehr gefürchtet. Bei ihnen ist nämlich nur die Rinde erhalten und zu mürber Kohle geworden, das hohle Innere aber

mit Sandstein ausgefüllt. Diese Sandsteincylinder, die nach unten breiter werden und durch keine Äste mit der Rinde oder dem umgebenden Gestein verzapft sind, drängen beständig nach unten, und sobald die Kohäsion überwunden ist, fallen sie plötzlich durch das Dach des Stollens und haben schon oft Unglück verursacht." Sehr schöne Beispiele verwandter Art, die auf diese alten Vorgänge ein noch helleres Licht werfen, bietet die (allerdings sehr viel jüngere, aber deshalb ihrer pflanzlichen Natur nach auch noch sehr viel deutlichere) tertiäre Braunkohle. Insbesondere in der Nähe von Kalau (Südgrenze der Mark Brandenburg) sind neuerlich wahre Prachtexemplare aufrechter Riesenstämme einer Sumpfcypresse der Braunkohlenzeit in waldartiger Menge freigelegt worden. (Vergl. die Tafel und Bd. I S. 28, wo ein echter Steinkohlenbaum dargestellt ist.)

Sind diese und ähnliche Funde beweisend genug, daß es sich bei gewissen Steinkohlenpflanzen unbedingt um Landpflanzen handelt, die an Ort und Stelle wuchsen, so ist auf der andern Seite doch nicht zu leugnen, daß die direkt beweisenden Fälle in der großen Masse vereinzelt bleiben. Im allgemeinen ist die Steinkohle eine formlose Trümmermasse. Um das zu erklären, bedarf es jedenfalls noch gewisser Specialisierungen des Hauptgedankens. Eine Zeit lang erfreuten sich hier Hypothesen großen Ansehens, die wenigstens für die Hauptflötze an zusammengeschwemmtes Baummaterial in der Weise, wie sich heute Treibholz beispielsweise in den toten Seitenbogen gewisser Flüsse (z. B. des Mississippi) ablagert, dachten. Aber diese Vorkommnisse, die ja lokal immer mitgeholfen haben mögen, auf die wahrhaft ungeheuerlichen Gesamtflächen der Flötze zu übertragen, erscheint denn doch mehr als gewaltsam. Man muß sich vergegenwärtigen, wie groß einzelne Kohlenfelder sind. Schon bei uns in Westfalen dehnen sich einzelne Flötze horizontal über 8 bis 10 Quadratmeilen aus. In England bringen sie es bis auf 30, in Nordamerika (Pittsburger Flötz in Pennsylvanien nach Lyell) gar auf 690 Quadratmeilen. Das gesamte produktive Steinkohlen-Areal Europas wird zusammen auf etwa 1140 Quadratmeilen geschätzt, Nordamerika bringt es mindestens auf 6000, wahrscheinlich sogar auf noch mehr. Unter diesen Umständen hat man mehr und mehr auch die Anschwemmungstheorie ausgeschaltet (wenigstens als Generalerklärung!) zu Gunsten der allereinfachsten aller Deutungen: nämlich der, die sich an unsere gegenwärtig noch zu beobachtende, ebenfalls über weite Erdstrecken hin sich gleichförmig entfaltende Torfbildung unmittelbar anschließt. Die Existenz unserer heutigen Torfmoore hängt, wie Saporta sagt „von dem Zusammenwirken mehrerer Ursachen ab; es bedarf einer gleichmäßigen, wenig hohen Temperatur, da es südlich vom 40. Breitengrade keine Torfmoore mehr giebt, ferner einer beständigen Feuchtigkeit, eines ebenen Bodens, wo die Gewässer von allen Seiten zusammenfließen können, eines undurchdringlichen Untergrundes, der

die Wasser zurückhält und sie zwingt, beständige Ansammlungen von geringer Tiefe zu bilden, die einen regelmäßigen Abfluß haben, — und endlich Wasser, die keine schlammigen oder torrentiellen Ablagerungen mit sich führen. Sind diese Bedingungen vorhanden, so bemächtigen sich gewisse Gesellschaften von Sumpfpflanzen des ganzen von dem Gewässer behaupteten Raumes und bilden einen dichten Teppich, der den Wasserspiegel gänzlich bedeckt. Wenn die Bedingungen dieselben bleiben, so häufen sich die aufeinanderfolgenden Produkte der Vegetation in sehr gleichförmiger Weise an; die Überbleibsel der Stengel, der Blätter und Wurzeln bilden auf dem Grunde des Moores ein Lager, das sich durch chemische Wirkung nach und nach in eine homogene Masse verwandelt, die um so dichter wird, je älter sie ist. Durchschneidet man ein thätiges Torfmoor bis auf den Grund, so findet man drei wohl unterschiedene Schichten; die untere kohlige Schicht, die auf dem undurchdringlichen Boden ruht; die mittlere vom Wasser eingenommene Schicht, in welche die Wurzeln der dicht gedrängten Pflanzen eindringen, welche den Teppich der oberen Schichten bilden. Die Moose, Binsen, Gräser und die schwachen, kriechenden Sträucher, welche auf den Torfmooren wachsen, bilden einen künstlichen Boden, der nur mit Gefahr begangen werden kann, aber wegen der Menge zersetzter Pflanzenstoffe und des Wassers, das er enthält, dennoch fruchtbar ist. Große Bäume, ja selbst ganze Wälder können, durch diese Umstände begünstigt, sich auf einem solchen Boden erheben. Die Weiden, Zitterpappeln, Birken und Kiefern lieben solche Standorte und wachsen dort rasch empor; aber sie halten sich nur schwer auf dem beweglichen Boden; ihr Gewicht zieht sie nieder, die Stämme neigen sich, fallen um und werden unter der Krautvegetation begraben, die sie überzieht. So gelangen sie bis in die untere Schicht, in welche auch die lederartigen Früchte, die Reste von Tieren und alle möglichen an der Oberfläche verlassenen Gegenstände einsinken."

Es kann kaum ein Zweifel bestehen, daß diese heute noch so leicht zu verfolgenden Prozesse den Schlüssel dafür geben, wie Pflanzenwuchs zu Kohle werden kann. Gewisse noch lebende Torfmoore von heute sind uralt und reichen bis in die Diluvialzeit zurück. Diluviale Torfschichten zeigen aber bereits die deutlichsten Übergänge zur echten Braunkohle, wie sie aus der vorhergehenden Erdepoche, der Tertiärzeit, in ungeheuren Massen überliefert ist. Wiederum diese Braunkohle verschmilzt an ihrer unteren Grenze unverkennbar mit den Steinkohlen der Kreide- und Jurazeit, und von da geht die Entwickelungsskala glatt zur echten Steinkohle und noch über diese hinaus zu gewissen uralten Anthracitlagern, die zum Teil wohl Seetangen der devonischen und noch älteren Zeiten ihren Ursprung verdanken, und endlich zum Graphit, der möglicherweise wenigstens eine alleräiteste, vorkambrische Flora noch eben andeutet. Das Entscheidende, was diese Skala bestimmt und die Verschiedenheiten ihrer Glieder ausmacht, ist in der

chemischen Zusammensetzung die allmähliche Abnahme des Sauerstoff- und Wasserstoffgehaltes zu Gunsten einer Zunahme des Kohlenstoffs. Die nachfolgende Prozenttabelle (nach Uhlig) mag das erläutern.

An Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O) und Stickstoff (N) enthalten:

	C	H	O	N
1. Holzfaser	50	6	43	1
2. Torf	59	6	43	2
3. Braunkohle	69	5,5	25	0,8
4. Steinkohle	82	5	13	0,8
5. Anthracit	95	2,5	2,5	Spur.
6. Graphit	100	—	—	—

Nur in einem Punkte muß man die torfbildenden Steinkohlenmoore streng von den heutigen gesondert halten: in der Art ihrer Pflanzen. Unsere heutigen Torfmoore verdanken ihren Ursprung wesentlich gewissen Moosarten (Sphagnum) und den Heidekräutern (besonders Erica). Die Pflanzen der Steinkohlenmoore werden wir unten als ganz absonderliche, zum Teil kolossale, baumartige Gewächse kennen lernen, die nur darin den Moosen verwandt waren, daß sie zumeist auch der niedrigeren Pflanzengruppe, den sogenannten Kryptogamen, angehörten.

Nach alledem werden wir uns im ganzen die Kohlenfelder der Karbonzeit mit Neumayr „als weite, flache Inlandsbecken vorstellen, welche im Laufe von Millionen von Jahren vielfachem Wechsel äußerer Bedingungen ausgesetzt waren. In manchen Zeiträumen waren sie Seen, denen durch Zuflüsse Thon, Sand, Gerölle, Pflanzenteile zugeführt wurden; es bildeten sich Schieferthone, Sandsteine, Konglomerate, oft mit reicher Beimengung organischer Substanzen und mit den wohlerhaltenen Versteinerungen von Landpflanzen. Später wurden die Zuflüsse spärlicher, oder das Becken wurde durch Vertiefung seines Abflusses oder durch eine andere Ursache entwässert, es erwuchs auf seinem Boden eine Sumpfvegetation, deren absterbende Teile vertorften, es bildete sich ein Kohlenflötz. Späterhin entstand wieder ein See, und so änderten sich die Verhältnisse immerfort, so daß in manchen Gegenden Hunderte von Flötzen und Flötzchen mit Zwischenlagern von Schiefern und Sandsteinen wechseln. An einigen Punkten finden sich im produktiven Kohlengebirge Einlagerungen, welche eine allerdings in der Regel sehr beschränkte Fauna von Meerestieren enthalten. Es waren das offene Becken, welche nahe am Oceane lagen, und in welche durch irgend eine Veränderung im gegenseitigen Stande von Land und Meer das letztere für kurze Zeit vordrang, ohne das Gebiet auf die Dauer zu behaupten.“

Die kurzen Andeutungen, wie sie hier bei dem enormen Umfange des Gebietes, über das eine ganze Bibliothek bereits geschrieben worden ist, nur auszugsweise gegeben werden konnten, mögen im allgemeinen doch dem Leser die Brücke gezeigt haben von dem Begriff „Steinkohle“ zu dem einer Sumpfwald-Vegetation der Karbon-Zeit. Wie aber waren nun die Pflanzen ihrer Art und Herkunft nach beschaffen, deren Riesenforste damals so üppig grünten? Es ist nötig, daß wir uns vor diesem Problem zunächst über ein paar Grundthatsachen verständigen, die das System der Pflanzen betreffen.

Die Mehrzahl der Leser wird höchstwahrscheinlich bei dem Wort „System der Pflanzen“ an gewisse ziemlich trockene Schulstunden denken, in denen man sie das sogenannte Linné'sche System mit seinen 24 Klassen auswendig lernen und zum Verständnis des hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmals zahlreiche Blüten zerpflücken und auf die Zahl ihrer Staubfäden prüfen ließ. Ich fürchte, daß diese ohnehin meist kurze Lehrzeit in der Botanik wenig ersprießliche Früchte getragen hat. Fehlte doch dieser mehr oder minder gedankenlos angelernten Methode jeder Hinweis auf eine tiefere Ordnung der Dinge, — jene Ordnung, die das vom Menschen gesuchte System letzten Endes ausweist als einen „Stammbaum“, in dessen Verzweigungen sich ein tief bedeutungsvolles Stück Welt- und Erdgeschichte abspiegelt. Um zu dieser, im Banne der Darwin'schen Ideen heute in der echten Wissenschaft (hinter der die gangbare „Schulweisheit“ nur zu oft meilenweit zurück ist!) allgemein giltigen Auffassung zu gelangen, ist allerdings eine ganz andere Systematik nötig als jene willkürliche und provisorische Arbeit Linné's, die lediglich den zu ihrer Zeit ja gewiß hochbedeutenden Wert eines ersten groben Museumskataloges hatte, gänzlich aber noch des Entwickelungsgedankens entbehrte. Jene 24 Klassen, die der Leser vermutlich einmal glatt herunterleiern konnte, ohne sich etwas Rechtes dabei zu denken, zählten unter Nummer Vierundzwanzig die Klasse Kryptogamen, zu deutsch: geheimblühende oder verborgenblühende Pflanzen, auf, denen die 23 anderen Klassen als Phanerogamen (offenblühende) entgegenstanden. Den Einschnitt zwischen 23 und 24 in entscheidendster Weise zu vertiefen, ist der erste Schritt, wenn man das neue, stammesgeschichtlich deutbare und im echten Sinne „natürliche“ System begreifen will. Erst dann wird die außerordentliche Bedeutung des bisher nur als gleichartige Klasse unter 24 mitgezählten einen Hauptteils, der Kryptogamen, deutlich. Er umfaßt in Wahrheit nicht weniger als 13 gut gesonderte Klassen, während der ganze Rest der Phanerogamen sich ohne Zwang auf 5 Klassen beschränken läßt an Stelle der früheren dreiundzwanzig. Damit erhält das ganze Bild schon ein anderes Gesicht. Sehen wir uns nun die beiden Hauptgruppen auf ihre Stellung im Stammbaum an, so kann kein Zweifel darüber sein, daß die Gruppe der blumenlosen Kryptogamen in jedem Zuge als die niedere,

unvollkommenere erscheint, ja sie führt in ihren untersten Gliedern entschieden an die tiefste Grenze pflanzlicher Organisation überhaupt. Wenn wir selbst von der eigentlichen Blume absehen, der für unsern ästhetischen Sinn, wie nicht minder die exakt zu begründende Wertschätzung des Fachbotanikers deutlich höchsten Krone des Pflanzendaseins, so muß es doch auch dem Laien einleuchten, daß das Wesen der auch nur annähernd vollkommenen pflanzlichen Bildung streng genommen erst beginnt bei der Gliederung des Gewächses in zwei Grundorgane: den Stengel und das Blatt. Nun finden wir aber in der Gruppe der Blumenlosen, der Kryptogamen, in der That bereits Pflanzen, die selbst dieses Charakteristikums beginnender höherer Entwickelung vollkommen entbehren. Ihren Leib bildet eine gleichartige Zellenmasse, die man wissenschaftlich als Laubkörper oder Thallus bezeichnet und die durchaus noch nicht in Stengel, Wurzel und Blätter differenziert ist. Dem Leser sind, obwohl ihn diese Unterscheidungen an sich sehr fremd anmuten mögen, solche Thallus-Pflanzen recht gut bekannt. Ein Blick in jeden Tümpel oder Wassertrog weist ihm in den grünen Fäden, die da allenthalben das Wasser durchzittern oder die darin liegenden Gegenstände umspinnen, die eine Hauptabteilung der Thallus-Pflanzen: die Algen (Algae) oder Tange. In größeren und auffälligeren Formen begegnet er ihnen am Meeresstrand, wo die Flut sie in grünen oder braunen Büscheln antreibt. Dem Taucher, der die Tiefe besucht, erscheinen sie als wunderbar farbschöne Gärten des Oceans. Der Seefahrer, der nach Amerika steuert, durchkreuzt ihre schaukelnden Massen, die wie ungeheure Wiesen über 40000 Quadratmeilen weg schwimmend die Wasserwüste des Atlantischen Oceans beleben (Sargasso-Meer). Dem Forscher in der Südsee wogen umgekehrt Einzelkolosse entgegen, die eine Länge von 400 Fuß erreichen (Macrocystis). Genauere Betrachtung unterscheidet mehrere scharf gesonderte Klassen dieser Algen: so die Grüntange (Chlorophyceae oder Conferveae), zu denen besonders unsere grünen Süßwasserformen gehören, die Brauntange (Fucoideae), deren allbekannter Vertreter unser Blasentang (Fucus vesiculosus) am Nord- und Ostseestrande ist, und die zum Teil in herrlichem Rot prangenden Rottange oder Rosentange (Florideae), die schönsten aller Meerespflanzen. Auf den ersten Anblick könnte es bei manchen dieser Algen wohl scheinen, als sei die Gliederung in Stengel und Blatt doch schon eingetreten. Aber der Schein trügt: das, was Stengel scheint, ist nur ein Laubstiel, und eigentlich ist die ganze Pflanze ein einziges Blatt, dessen innerer Bau durch den Mangel an echten Gefäßsträngen deutlich genug seine niedrige Bildung verrät.

Die zweite Hauptgruppe der Thallus-Pflanzen ist noch viel bekannter: es sind die Pilze (Fungi). Die Pilze sind allerdings durch eine parasitische (auf anderen Pflanzen schmarotzende) Lebensweise zu ganz absonderlichen Gesellen geworden, die in allem übrigen Detail weder mit den Algen noch

mit dem Rest der Pflanzen irgend etwas zu thun haben. Zum Beispiel weicht ihre Atmungsweise völlig von der der Pflanzen ab. Während sonst als Gesetz gilt, daß die Pflanze (genau umgekehrt wie das Tier) Kohlensäure ein- und Sauerstoff ausatmet, beliebt den Pilzen die umgekehrte, tierische Methode. Der Vorschlag ist schon gemacht worden, sie deshalb ganz aus dem System der Pflanzen herauszulösen und als Vertreter eines besonderen Organismenreiches aufzufassen. Sollen sie aber trotzdem bei den Pflanzen bleiben, so ist ihr einziger möglicher Fleck als zweite Gruppe der Thallus-Pflanzen neben den Algen. Wie gut sie sich mit letzteren vertragen, beweist jene seltsame Symbiose, die zwischen Vertretern beider Gruppen vielfach eintritt und die sogenannten Flechten (Lichenes) erzeugt, — wie bereits auf S. 6 eingehend einmal erzählt ist.

Von den beiden Gruppen der Thallus-Gewächse hat jedenfalls die der Algen das größere Interesse im natürlichen System. Alle Wahrscheinlichkeit spricht nämlich dafür, daß wir in ihr die Ur- und Stammklasse aller höheren Pflanzen noch heute vor Augen haben. Es spricht dafür vor allem jenes früher besprochene biogenetische Grundgesetz. Dieses hochwichtige Gesetz ist im Pflanzenreiche nicht minder in Kraft wie im Tierreich, wo es uns so viele und glückliche Spekulationen ermöglicht. Auch bei den höheren Pflanzen treten Thatsachen der Keimesgeschichte (Embryologie oder Ontogenie) auf, die mit Fug und Recht auf späte Wiederholungen bedeutungsvoller Umstände in der Stammesgeschichte (Phylogenie) gedeutet werden müssen. Die wichtigste dieser Thatsachen ist die, daß alle vielzelligen Pflanzen bis zur höchsten hinauf sich grade so wie alle vielzelligen Tiere aus einer einzigen Zelle, der Keimzelle, entwickeln. Man schließt daraus auf Grund jenes biogenetischen Gesetzes, daß alle höheren Pflanzen von Urformen abstammen, die Zeit ihres Lebens auf der Stufe eines einzelligen Wesens standen. Hier ist es nun von hoher Wichtigkeit zu bemerken, daß grade die Thallus-Pflanzen, also vor allem auch die Algen, durch unmerkliche Übergänge in das Mischreich jener einzelligen Urwesen noch heute sichtbarlich hinableiten. Die gegenwärtig noch zum Teil gangbare Schule innerhalb der Systematik, die sich nicht entschließen kann, jene Urwesen nach dem jedenfalls sehr berechtigten Vorgange Häckels als Protisten zu einem jenseits des Tier- und Pflanzenreiches stehenden dritten Organismenreiche zusammenzufassen, bezeichnet sogar eine große Gruppe unter den Einzelligen direkt als „einzellige Algen", — wobei die Thatsache zum mindesten sehr bedeutsam ist, daß diese Einzelligen wirklich bereits die obenerwähnte Atmungsweise der Pflanzen angenommen haben im Gegensatz zu andern, die nach Art der Tiere atmen.

Das biogenetische Grundgesetz liefert aber noch einen zweiten Beweis für die Annahme, daß der Stammbaum von einzelligen Urpflanzen zu den höheren Gewächsen über die Thallus-Pflanzen, und zwar vornehmlich wohl

die Algen weggegangen sei. Den Rest der Blumenlosen oder Kryptogamen bilden zwei Pflanzengruppen, von denen schon auf den ersten Anblick kein Zweifel ist, daß sie höher stehen als Algen oder gar Pilze. Beide sind dem Leser wieder alte Bekannte: es sind die Moose und die Farne.

Bei den Moosen läßt sich schrittweise darlegen, wie die Gliederung in Achse (Stengel) und Blatt sich vollzieht, bei den Farnen ist sie bereits allenthalben endgiltig da, und hier treten auch im Innern des Zellenleibes bereits jene komplizierten Zellenstränge (Gefäße) auf, die recht eigentlich das beginnende höhere pflanzliche Gebild kennzeichnen. So würde man rein auf Grund der Form bereits dem Gedanken Raum geben müssen, daß zunächst die Moose und weiterhin die Farne die historische Brücke von den Thallus-Pflanzen bilden möchten. In auffälliger Weise nun wird das durch eine embryologische Thatsache bestätigt. Wir haben oben eingehend gesehen, wie im Tierreich beispielsweise die Medusen oder Quallen ihre alte Herkunft von festsitzenden Polypen in einer unzweideutigen Weise dadurch dokumentierten, daß noch heute aus den Eiern der Meduse kleine Polypen hervorgehen, von denen sich erst im Laufe ihrer individuellen Entwickelung endlich freie Quallen gleichsam als zweite Generation ablösen. Ein ähnlicher Vorgang giebt bei den höheren Moosen und bei allen Farnen den gleichen trefflichen Hinweis auf die Stammesgeschichte. Auch hier entsteht als Abkömmling der Mutterpflanze keineswegs sogleich ein neues entsprechendes Gewächs mit Stengel, Blättern und (bei den Farnen) Gefäßstruktur, sondern es bildet sich zunächst eine echte Thalluspflanze, die offenbar, genau wie bei der Meduse der anfängliche Polyp, die Stammform nach dem biogenetischen Grundgesetz wiederholt. Erst im weiteren Laufe der Entwickelung geht aus diesem Algenstadium die höhere, gegliederte Pflanze hervor; die einzelnen bedeutenden Varianten dieses Themas können bei der großen Kompliziertheit der Vorgänge hier nicht weiter berührt werden, jedes Lehrbuch der Botanik giebt aber darüber Auskunft, da es sich keineswegs um irgendwie hypothetische Dinge, sondern um feste Thatsachen handelt. Man hat die lehrreiche Vorstufe Prothallium oder Prothallus genannt und bezeichnet Moose und Farne als Ganzes gern mit dem Ausdruck „Prothallus-Pflanzen“. Daß sie beide geschichtlich einst aus Algen hervorgegangen, scheint aus dem ganzen Vorgang unzweideutig zu erhellen. Gewisse Details der Prothallium-Bildung bei Farnen scheinen dabei im engeren noch anzudeuten, daß die höchste Gruppe, die Farne, parallel zu den höheren Moosen (Laubmoose) sich entwickelt habe aus der niedrigsten Moosgruppe, gewissen den Lebermoosen nahestehenden Moosen, die nach unten wiederum den deutlichsten Anschluß verraten an die engere Algengruppe der Grüntange (s. S. 311). So ist die Kette in einer sehr anschaulichen Weise geschlossen rein aus der Betrachtung der heute noch existierenden Kryptogamen und ihrer individuellen Entwickelung heraus.

Die Farne, die wir unzweideutig als die oberste Kryptogamen-Gruppe erkannt haben, bilden ein ungemein formenreiches, ästhetisch wie intellektuell anziehendes Geschlecht. Ihre ganze Pracht entfalten sie allerdings erst in den heißen und feuchten Tropenwäldern, wo die „Farnbäume" ihre hohen, dunklen Stämme mit der wundervoll gefiederten lichtgrünen



Farnbaum.

Blattkrone emporrecken. Immerhin ist aber auch in unsern heimischen Wäldern und Sümpfen bereits dem anspruchsloseren Naturgenuß mit ihnen eine reiche Quelle geboten. Schon der deutsche Sammler kann bei sich daheim die vier großen Klassen der farnartigen Gewächse an deutlichen Beispielen unterscheiden lernen. Das echte, schöne Farnkraut unserer Wälder vertritt die Klasse der Laubfarne (Filices) oder Farne im engern Sinn;

hierher gehören auch jene palmenartigen Farnbäume der Tropen. Der Schachtelhalm am Sumpfrand, eine unscheinbare, aber äußerst zierliche Pflanze, die auch wohl jeder einmal gesehen hat, bildet die Klasse der Schaftfarne (Calamariae); auch der Schachtelhalm wächst heute noch in Süd-Amerika (Quito) zu baumhohen Stämmen aus. Am wenigsten beachtet ist die im Süßwasser ansässige dritte Klasse, die Wasserfarne (Rhizocarpeae). Um so bekannter dafür ist wieder die letzte, die der Schuppenfarne (Lycopodinae), deren beliebteste Vertreter der Bärlapp (Lycopodium) mit seinen zierlichen Ranken und seinem so vielfach verwerteten Sporenstaub und das liebliche Rankenmoos (Selaginella), der grüne Teppich unserer Gewächshäuser, darstellen; auf den Sunda-Inseln erreichen auch solche Bärlappgewächse 25 Fuß Höhe, — sehr im Gegensatz zu unsern winzig kleinen Arten.

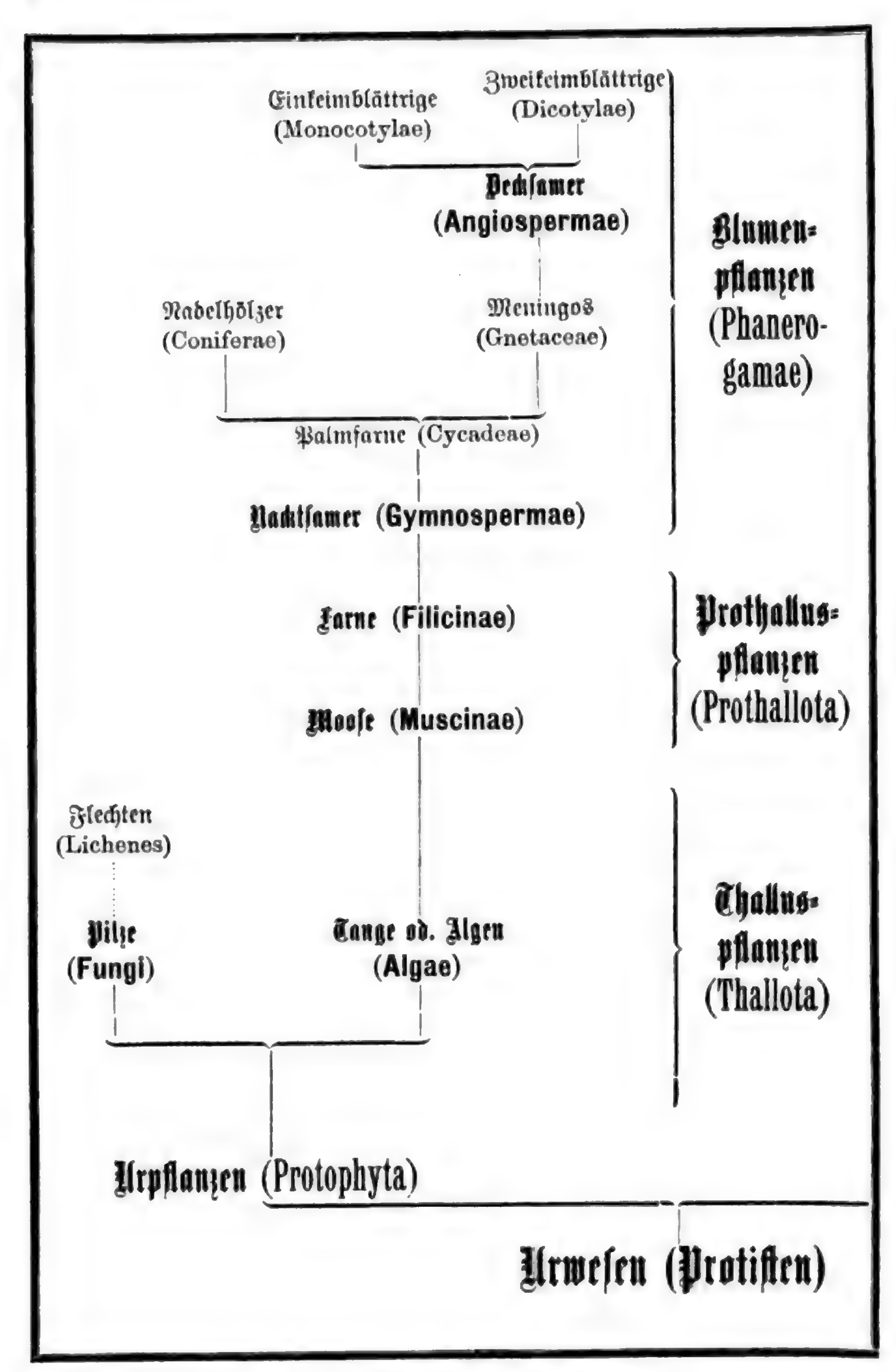
Erst jetzt, mit den Farnen als der höchsten Gruppe, stößt das Reich der Kryptogamen nach oben an das der Phanerogamen, der Blumenpflanzen oder besser noch der Samenpflanzen, — jene dreiundzwanzig Klassen Linné's, denen aber die natürliche Betrachtungsweise ebenfalls eine ganz andere Gliederung gegeben hat. Die Unterscheidungsmerkmale fundamentaler Art, die die Phanerogamen von den Kryptogamen trennen, liegen in der völlig verwandelten Art der Fortpflanzung, — auf die verwickelten Umstände, die dabei in Frage kommen, braucht aber hier nicht näher eingegangen zu werden. Je nach gewissen Details wieder innerhalb ihrer Samenausbildung unterscheidet man bei den Phanerogamen im engeren dann abermals zwei große Gruppen: die sogenannten Gymnospermen oder Nacktsamigen und die Angiospermen oder Decksamigen. Es besteht dabei, rein was die Komplizierung und Vervollkommnung anbetrifft, kaum ein Zweifel, daß die Angiospermen die höhere Gruppe bilden. Soll ein direkter stammesgeschichtlicher Anschluß der Phanerogamen an die Kryptogamen gesucht werden, so muß er notwendig bei den Gymnospermen liegen.

Diese Gymnospermen umschließen nun drei sehr charakteristische Pflanzenklassen, von denen zum mindesten eine jedem Leser geläufig ist: die der Nadelhölzer (Coniferae). Vor dem Blicke tauchen dabei auf der rotstämmige Kiefernwald der norddeutschen Tiefebene, die Pinienhaine der Mittelmeerküste, die dunkle Pracht der Libanon-Cedern, der himmelhohe Mammutbaum (Sequoia) Nord-Amerikas, all das vom Gigantischen bis zum Zierlich-winzigen herabsteigende Gewimmel der Tannen, Fichten und Lärchen, der Cypressen und Lebensbäume (Thuja), der Wacholderbüsche und gespenstischen Eiben (Taxus), — die Charakterbäume und -Büsche so vieler Länder vom Polarkreis bis zum Äquator. Weniger geläufig, wenigstens dem Namen nach, pflegt dem Laien die zweite Klasse zu sein: die Palmenfarne oder Cykadeen (Cycadeae). Dem Anblick nach kennt er zum mindesten ihre gewaltigen gefiederten Blattwedel ganz genau, da sie ge-



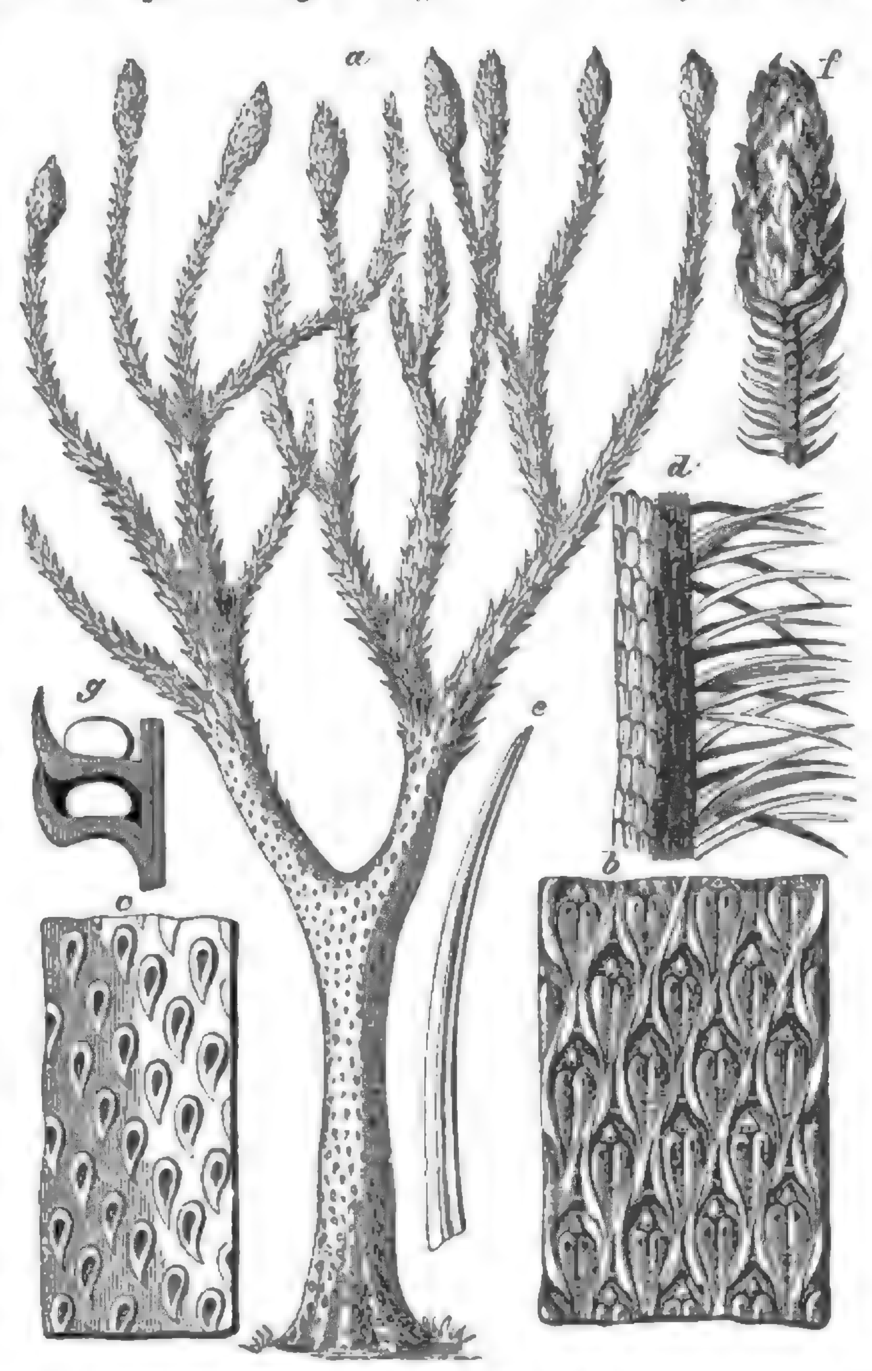
Cykadee.

wöhnlich in Ermangelung echter „Palmenzweige“ als solche bei unsern Begräbnissen zur Verwertung kommen. Die schönen Bäume selbst mit dem kurzen Stamm und den herrlichen Wedeln, die in auffälliger Weise sowohl den Baumfarnen wie den wirklichen Palmen ähneln, zeigt als tropische Gäste jedes größere Gewächshaus. Die dritte Gymnospermenklasse umfaßt nur ein paar wenig bekannte, aber dabei sehr merkwürdige Pflanzen, die sogenannten Meningos (Gnetaceae), zu denen u. a. die in Europa heimische schachtelhalm-ähnliche Meertraube (Ephedra) und die S. 20 abgebildete groteske Welwitschia gehören. Die vielfachen Ähnlichkeiten der Nadelhölzer, wie der Cykadeen mit den Farnen machen es in hohem Grade wahrscheinlich, daß beide (entweder unabhängig voneinander oder in der Weise, daß die Cykadeen eine ältere Stammgruppe darstellen) aus der Farngruppe, am ehesten wohl der Klasse der Bärlappgewächse, entsprungen sind. Die Gnetaceen, die man ohne allzuviel Zwang als einen sehr alten Seitenzweig ansehen kann, dürften dann wohl oben nach den Angiospermen hinübergeleitet haben. Unter diesen Angiospermen, deren Entwickelungsfortschritt vor allem in einem besseren Schutz der jungen Samenanlagen gegen äußere Störungen bestand, werden nach der Zahl der Keimblätter (Samenlappen, Cotyledon) als Hauptgruppen die Einblattkeimer oder Monokotyledonen und die Zweiblattkeimer oder Dikotyledonen geschieden. Zu den ersteren gehören unter anderen die Binsen, Gräser, Wasserlinsen, Lilien, Schwertlilien, Orchideen, Aroideen, Pandaneen, Bananen und Palmen. Im allgemeinen erscheinen die Dikotyledonen als die höhere, differenziertere Gruppe von beiden. Das zeigt besonders die Ausbildung der Blüten. In ihren niedersten Vertretern sind allerdings, wie bei den Monokotyledonen, auch hier Kelch und Blumenkrone in der Blüte noch nicht gesondert (Kelchblütige), — so bei unsern kätzchentragenden Laubbäumen, bei den Nesselarten, den Wolfsmilchgewächsen u. a. Dann aber erhebt sich die Organisation der Blüte alsbald zu jenen immer vollkommeneren Bildungen, wie sie etwa unsere Rosen oder die Schmetterlingsblütler zeigen, — bis endlich mit den Glockenblumen, Lippenblütlern und Kompositen (neben vielen andern) der vorläufige Gipfel aller Phanerogamen-Organisation erreicht ist. Manches spricht dafür, daß Monokotyledonen und Dikotyledonen zwei unabhängige Äste einer verlorenen Stammgruppe darstellen, der von allen heute lebenden höheren Pflanzen bloß noch das seltsame Geschlecht der (fast ganz auf Australien beschränkten) Kasuarineen nahe kommt. Jedenfalls leuchtet, so unendlich die Formenfülle sein mag, auch in diesen höheren Entfaltungen ein Abstammungsverhältnis überall klar durch. Und dem rückschauenden Blick ergiebt sich wenigstens im Umriß der ganze Stammbaum von der einzelligen Urpflanze und weiter der grünen Alge bis zur Komposite herauf, — so wie ihn die folgende Seite noch einmal vereinigt.



Der Stammbaum der Pflanzen nach Häckel.

Es schien mir unvermeidlich, den Leser zu diesem langen Spaziergang durch das System der Pflanzen zu nötigen. Erst jetzt wird er die unvergleichliche Bedeutung der *paläontologischen Überlieferung* auf dem botanischen Gebiet voll zu würdigen wissen, — *eben jener Überlieferung, auf die uns die Betrachtung der Steinkohlen-Gewächse hinlenkt.*



Ein Bärlapp-Baum der Steinkohlen-Zeit (Lepidodendron).
a ist der Versuch einer Rekonstruktion des ganzen Baumes, *b* und *c* Rindenstücke, *d* Zweig, *e* Blatt, *f* Fruchtzapfen, *g* zwei Blätter aus dem Fruchtzapfen. Die Stämme wurden bis 40 m hoch. (Nach Zittel.)

Wenn der eben entrollte Stammbaum richtig ist, so muß es eine Zeit auf der Erde gegeben haben, da einzig Algen und vielleicht Pilze, jedenfalls reine Thalluspflanzen, existierten. Langsam müssen dann Moose und allmählich Farne, die Prothalluspflanzen, sich eingestellt haben. Noch später sind Cykadeen, Nadelhölzer und Meningos zu erwarten, — zuletzt Angiospermen erst niederer und dann höherer Art. Nun steht allerdings der wirklichen paläontologischen Wiedererkennung dieses Verlaufs, selbst wenn er so richtig ist, vielerlei schon rein theoretisch im Wege. Der Paläontologe, der sich auf das Studium der versteinerten Pflanzen wirft, erkennt gar bald, daß sich ihm sehr viel größere Schwierigkeiten in den Weg legen als dem Zoologen.

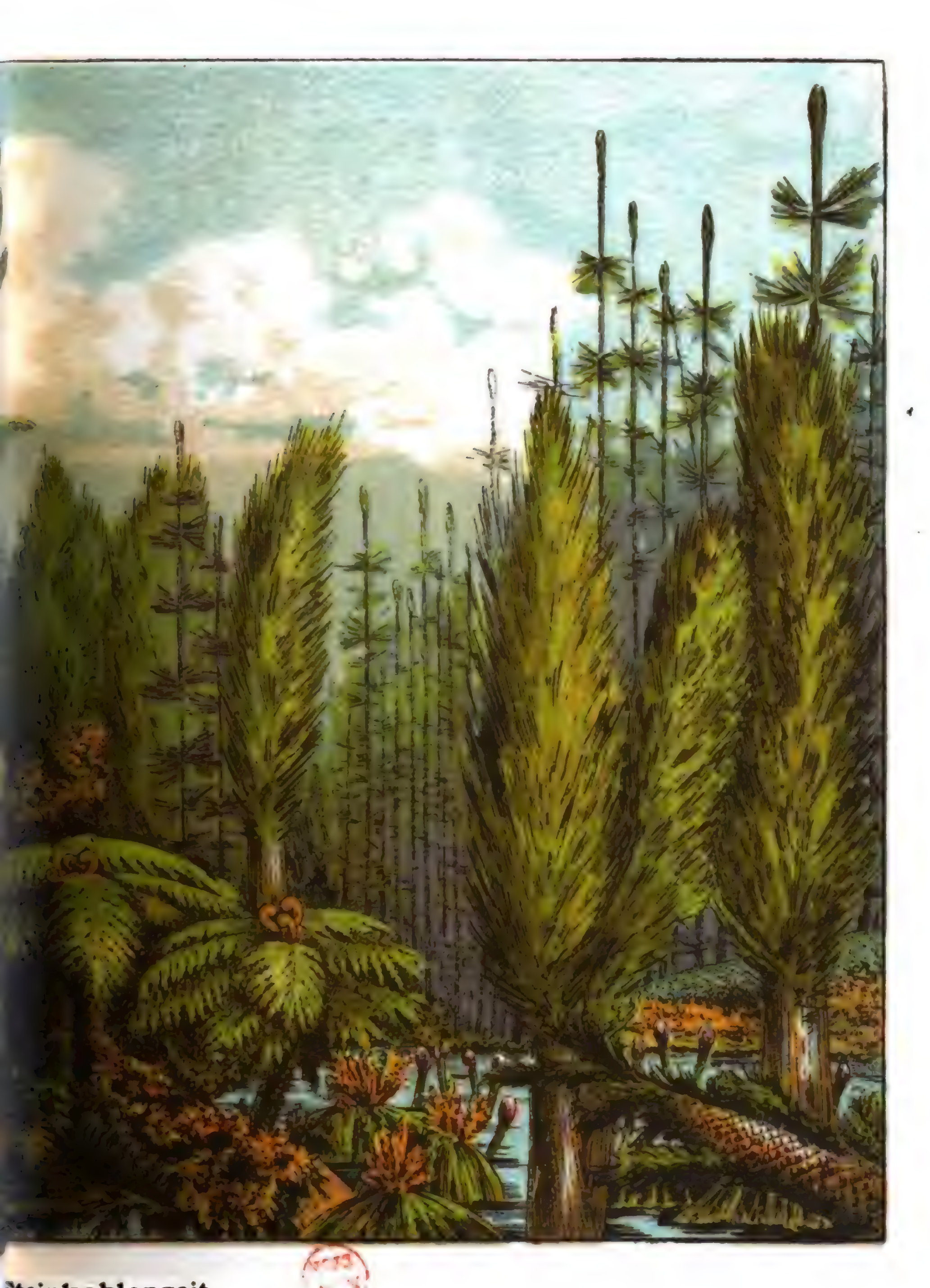
Meist erhält er zusammenhangslose Bruchstücke von Gewächsen, isolierte Zweige, Blätter, Früchte, vor denen erst ein langes und nur zu oft erfolgloses Experimentieren und Vergleichen nötig wird, um die Zugehörigkeit zu einer und derselben Pflanze festzustellen. Die wichtigsten Teile grade des Ganzen, die Fortpflanzungsorgane und Keimzustände, wird er in den wenigsten Fällen zur Verfügung haben. So ist die Paläophytologie (Lehre von den fossilen Pflanzen) im allgemeinen noch eine sehr mangelhafte Wissenschaft, die nicht bloß voller Lücken, sondern auch allenthalben voller Irrtümer und Irrtumsmöglichkeiten ist. Dazu kommt, daß selbstverständlich, wie die Zoologie, so auch die Botanik unter jener fundamentalen Lücke jenseits des Kambriums zu leiden hat. Wenn die Pflanzen mit derselben frühen Energie sich heraufgearbeitet haben sollten, wie die Tiere, so könnte es auch hier so stehen, daß mit Beginn unserer Überlieferung bereits alle Stämme bis zu den Dikotyledonen herauf angelegt wären. Die ganze eigentliche Stammesgeschichte würde in diesem Falle ewig Spekulation bleiben, gestützt auf die vergleichende Anatomie und Embryologie der lebenden Gewächse.

Zum Glück liegen die Dinge wenigstens im letzteren Punkte nicht ganz so schlimm. Die ältesten Ablagerungen, die vielleicht auf Pflanzenleben schließen lassen, die Graphitlager im krystallinischen Schiefer, verraten bei ihrer völligen Strukturzerstörung allerdings nichts über die Natur der laurentischen Urpflanzen. Aus dem Silur sind aber bereits Reste von Meerespflanzen beschrieben worden, — allerdings bisher noch nicht, ohne daß den Deutungen Zweifel entgegengesetzt worden wären. So viel steht zum mindesten fest, daß, falls es überhaupt Pflanzen sind, sie den Algen zugerechnet werden müssen, was zwar gut zu dem hypothetischen Stammbaum stimmt, allein aber noch nichts entscheidet, da ja schließlich auch heutigen Tages noch lediglich Algen (Tange) die echten Pflanzen im offenen Ocean vertreten. Worauf alles ankommen muß, sind die frühesten Reste von Landpflanzen. Hier ist nun schon an den spärlichen devonischen Fossilen ziemlich deutlich zu erkennen, daß uns eine fast reine Kryptogamen-Flora (Farne) entgegentreten wird. Und ganz evident wird die Anlehnung an den Stammbaum für die Steinkohlen-Zeit. In jenen ganzen gewaltigen, über so viel tausend Quadratmeilen ausgedehnten Sumpfwäldern, die uns die Steinkohle geliefert haben, tritt uns eine überaus gleichartige und eigentümliche Flora entgegen: im unverkennbarsten Sinne die Flora der Stammbaumecke, da die Prothallusgruppe der Farne auf dem Gipfel ihrer geschichtlichen Entfaltung stand und gleichzeitig bei einzelnen ihrer Vertreter der Umschwung zu den Phanerogamen, und zwar zunächst den Gymnospermenklassen der Nadelhölzer und der Cykadeen oder Palmenfarne sich eben vollzogen hatte. Wir begegnen ungeheuren, alles Heutige weit hinter sich lassenden Wäldern von Farnen der verschiedensten Klassen



Wald aus der

(Farbensteindruck nach einem

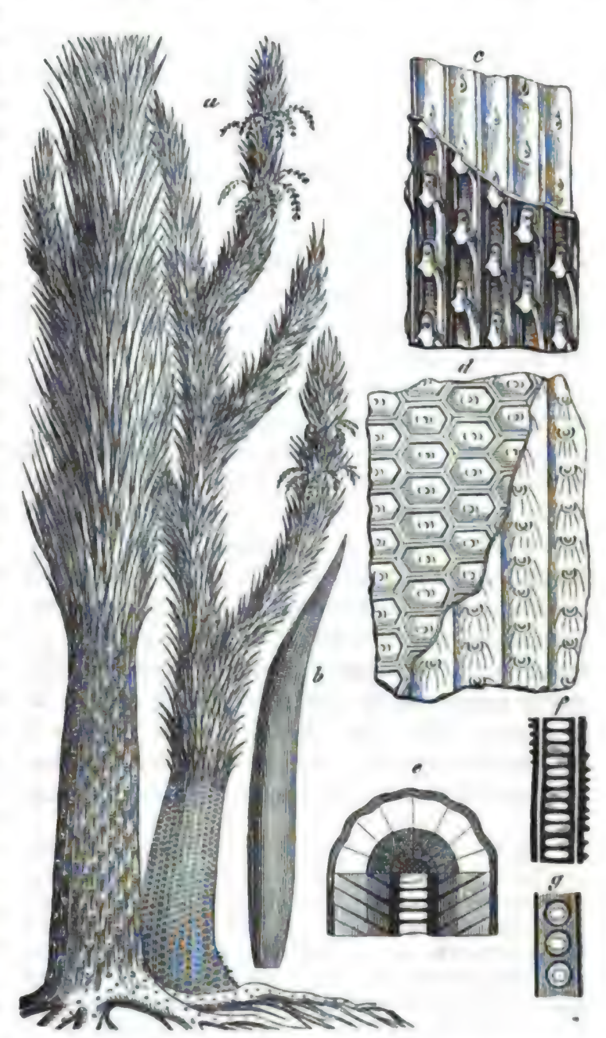


Steinkohlenzeit.

iginalaquarell von C. Höckner.)

und zum Teil von riesenhafter Größe. Dazwischen ragen bereits vereinzelt Nadelhölzer und Cycadeen von relativ niedriger Art. Keine Spur aber zeigt sich noch von Angiospermen. Gewiß liegt hier eine prächtige Bestätigung! Und es fällt sogleich eine Art Glorienschimmer über diese wunderbare Steinkohlenwelt, noch ehe wir sie ins einzelne geprüft. Die dem ersten Blick bizarre Absolutherrschaft der Kryptogamen während einer ganzen, überaus pflanzenreichen Erdepoche erscheint als ein Notwendiges, das aufs tiefste mit dem Geheimnis organischer Entwickelung verknüpft ist. Jener ganze Umweg durch das natürliche System der Pflanzen war nötig, um diesen Eindruck hervorzubringen, — der Leser wird ihn jetzt begreifen.

Unsere engere Betrachtung der Gewächse, die jene Steinkohlenflora bildeten, schließt sich am besten den Bildern an. Zunächst möge der Leser



Ein sogenannter Siegelbaum (Sigillaria) der Steinkohlen-Zeit.
Die heute gänzlich ausgestorbenen Sigillarien gehörten in die Verwandtschaft der Bärlapp-Gewächse und bildeten zur Steinkohlen-Zeit große Wälder. *a* ist der Versuch einer Rekonstruktion ganzer Bäume, *b* ein Blatt, *c* und *d* Stamm- und Rindenstücke verschiedener Arten, (S. pachyderma und tesselata), *e* Durchschnitt eines Stammes, *f* treppenförmiges Gefäß aus dem den Markcylinder umschließenden Holzring, *g* röhrig punktiertes Gefäß aus dem äußeren Teil desselben Holzringes. (Nach Zittel.)

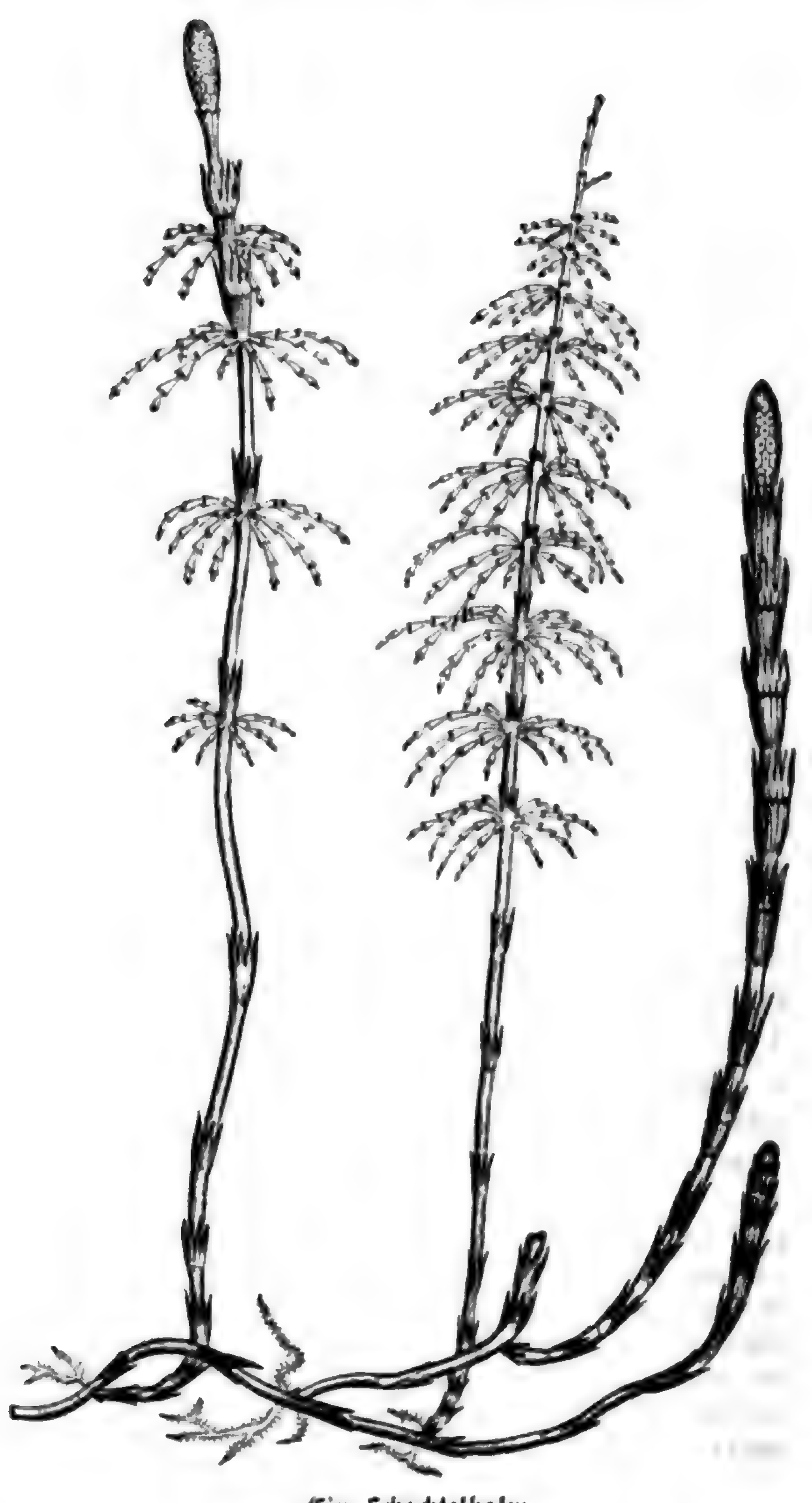
die Farbtafel: „Wald aus der Steinkohlenzeit" aufschlagen, die etwas grob, aber jedenfalls in den Grundzügen anschaulich das Gesamtbild eines solchen Riesenmoores aus dem Karbon vor Augen führt. Das Bild zeigt nur farnartige Pflanzen. Die drei bekannteren Farntypen, die heute noch, obwohl in winzigen Formen, unserer heimischen Flora angehören, treten kenntlich hervor: rechts im Hintergrund die schlanken Säulen der Schachtelhalme, allerdings als kirchturmhohe Riesen hier vertreten, — links und in der Mitte im Vordergrund die echten Laubfarne, zu denen unsere heutigen tropischen Farnbäume (z. B. Neu-Seelands) noch als Muster dienen konnten, — links als Abschluß hinten ein paar kolossale Bärlapp-Bäume, denen auch die besenartigen Riesenpflanzen vorne rechts (Sigillarien) einigermaßen verwandt gewesen sein mögen. Genauere, mit großer wissenschaftlicher Sorgfalt von Zittel ausgeführte Rekonstruktionen der einzelnen Typen zeigen die folgenden Textbilder.*)

Unter den echten Farnbäumen ist es besonders die heute nur noch in wenigen tropischen Arten existierende Familie der Marattiaceen, die im Karbon und Perm auf dem Gipfel ihrer Entwickelung steht. In der Gegend von Chemnitz hat sich ein ganzer Industriezweig aus der Verwertung der infolge ihrer Verkieselung schleifbaren und die prächtigsten bunten Muster zeigenden Stämme solcher Farne herausgebildet, — die schönsten Schmucksachen, Dosen u. a. werden daraus angefertigt. Aus der Steinkohle von St. Etienne in Frankreich beschreibt Grand' Eury aufrechte Stammreste von 8 m Länge. Wenige Fossilien nur können sich mit der ornamentalen Schönheit der zahllos variierten Muster karbonischer Farnblätter messen, wie sie unsere größeren Museen in langen Reihen aufweisen. Fremdartig über alle Maßen müssen dagegen die Schuppenbäume (Lepidodendron) ausgesehen haben, die trotz ihrer Größe entschieden in die nahe Verwandtschaft gewisser kleiner Bärlapp-Gewächse von heute

*) Es mag ein Wort hier eingeschaltet werden über derartige ideale Wiederherstellungen fossiler Tier- und Pflanzengestalten auf Grund ihrer erhaltenen Reste. Im Laufe dieses Buches sind eine Menge solcher Rekonstruktionen mitgeteilt, zum Teil nach den vorzüglichsten vorhandenen Originalen. Es ist klar, daß eine gewisse Vorsicht allen diesen Versuchen, auch den besten gegenüber geboten ist. Vor allem trifft das zu, je weiter man in Zeiten zurückgeht, wo die Tier- und Pflanzenwelt einen von allem heute noch Bekannten stark abweichenden Typus zeigte. Oft hat auch das Bedürfnis des Künstlers nach grellen Effekten zu Karrikaturen verleitet, eine üble Seite, die besonders in französischen populär-wissenschaftlichen Werken, aus denen zahlreiche Bilder leider auch vielfach kritiklos ins Deutsche herübergenommen worden sind, sich bemerkbar macht. Trotzdem ist der Wert der besseren dieser Versuche, wenn sie mit Vorsicht gemacht und ebenso benutzt werden, ein ganz außerordentlich hoher. Die ersten Rekonstruktionen, die Cuvier vornahm, bedeuten einen Markstein in der ganzen öffentlichen Wertschätzung der Paläontologie. Ein Teil der vorhandenen Bilder, besonders botanische Landschaften, wie sie z. B. Oswald Heer

(Selaginella) gehören. Die Stämme erheben sich, bei Meterdicke über der Wurzel, bis fünfzig Fuß hoch, die Äste waren beschuppt gleichsam mit grasartigen, bis 15 cm langen Blättern. In ihre Nähe setzt man, wahrscheinlich mit vollem Recht, auch diejenigen baumartigen Gewächse der Karbonwälder, die, offenbar in kolossalen Mengen vorhanden, den Hauptanteil an der Bildung der Flötze nehmen: die Siegelbäume (Sigillaria). Direkte Nachkommen haben sie nicht hinterlassen. Aber ihr äußeres Bild ist nach langem Streite doch ungefähr wenigstens klar geworden. Die selten, meist gar nicht verzweigten dicken Stämme sind gelegentlich, z. B. beim Ausschachten des Friedrichsthaler Tunnels der Saar-Nahe-Bahn, noch in ganzen Wäldern ausgegraben worden. Lange hat man sich gestritten, ob gewaltige, massenhaft vorkommende Wurzelstrünke (Stigmaria) zu diesen Sigillarien gehörten. Daß ein Zusammenhang besteht, ist heute durch Funde fest erwiesen, bei denen ein Stück Sigillarienstamm noch auf der Stigmaria saß. Man denkt sich jetzt vielfach die dicken, zweigartigen Wurzelausläufer als eine Art unterirdischen Stützgerüstes, das die hohen Stämme im Morast in der Balance erhielt. Aufgeklärt ist der Fall aber trotzdem noch nicht ganz. Manchmal scheint die Stigmaria statt des Stammes nur eine kurze Kuppel zu tragen. Ist es ein frühes Entwickelungsstadium der Sigillaria, die zuerst, als Stigmaria, gleichsam nach unten und später erst senkrecht emporwuchs? Niemand weiß eine klare Entscheidung, und die Sache wird noch dunkler, wenn wir die Stigmarien zahllos gedrängt ganze Schichten erfüllen sehen, in denen schlechterdings kein einziger Sigillarienstamm je gefunden worden ist. Man müßte sich denken, die Stämme seien immer wieder mit einem Ruck abgebrochen und weggeschwemmt worden, während das Wurzelgerüst im Morast stecken blieb. Aber alle diese Deutungen bleiben gewaltsam genug und könnten wohl selber noch einen solchen Ruck erleben, der sie über den Haufen wirft. In der unteren

geliefert hat, sind auch als Kunstwerke hervorragend. Gewisse Umrißbilder, wie z. B. das S. 41 mitgeteilte des Ichthyosaurus, konnten neuerlich durch vorzügliche Funde bis zu einem Grade der Wahrscheinlichkeit gebracht werden, daß die Abweichungen vom Original nur mehr ganz verschwindende sein können. Eine große Menge seltsamster Tiertypen, Saurier und tertiäre Säugetiere, die besonders in Amerika in den letzten Jahren erst gefunden wurden, sind ganz vor kurzem überhaupt zum erstenmal rekonstruiert worden (und zwar in mustergiltiger Weise) durch den Engländer Hutchinson und seine Zeichner in den beiden Büchern „Creatures of other days“ und „Extinct monsters“ (London, Chapman u. Hall); einige unserer Umrißzeichnungen auf den folgenden Seiten schließen sich eng an diese vorläufig einzig dastehenden Publikationen an. Was die nicht konstruierten, sondern direkt die versteinerten Reste wiedergebenden Illustrationen dieses Bandes betrifft, so sind sie in der großen Mehrzahl unmittelbare Abdrücke der ausgezeichneten und wissenschaftlich maßgebenden Klischees aus Karl A. Zittels großem „Handbuch der Paläontologie“.



Ein Schachtelhalm.

Eine noch lebende Art der Gattung Equisetum (E. pratense nach Duval-Juve), deren erste Vertreter aus der Trias Zeit bekannt sind. Noch heute giebt es in Süd-Amerika Equisetum-Stämme von 7 m Höhe (E. xylochaeton); unter den ausgestorbenen Arten aber kamen weit gewaltigere Dimensionen vor.

Hälfte der auf die Steinkohle folgenden Perm-Formation sterben die Sigillarien bereits aus, — trotz all ihrer zeitweisen Überfülle müssen sie doch schlecht bewehrt gewesen sein gegen Wandlungen, die kurz vor und in

jener Perm-Periode eintraten, — geheimnisvolle, wahrscheinlich das Klima betreffende Wandlungen, die uns unten näher beschäftigen werden. Echte

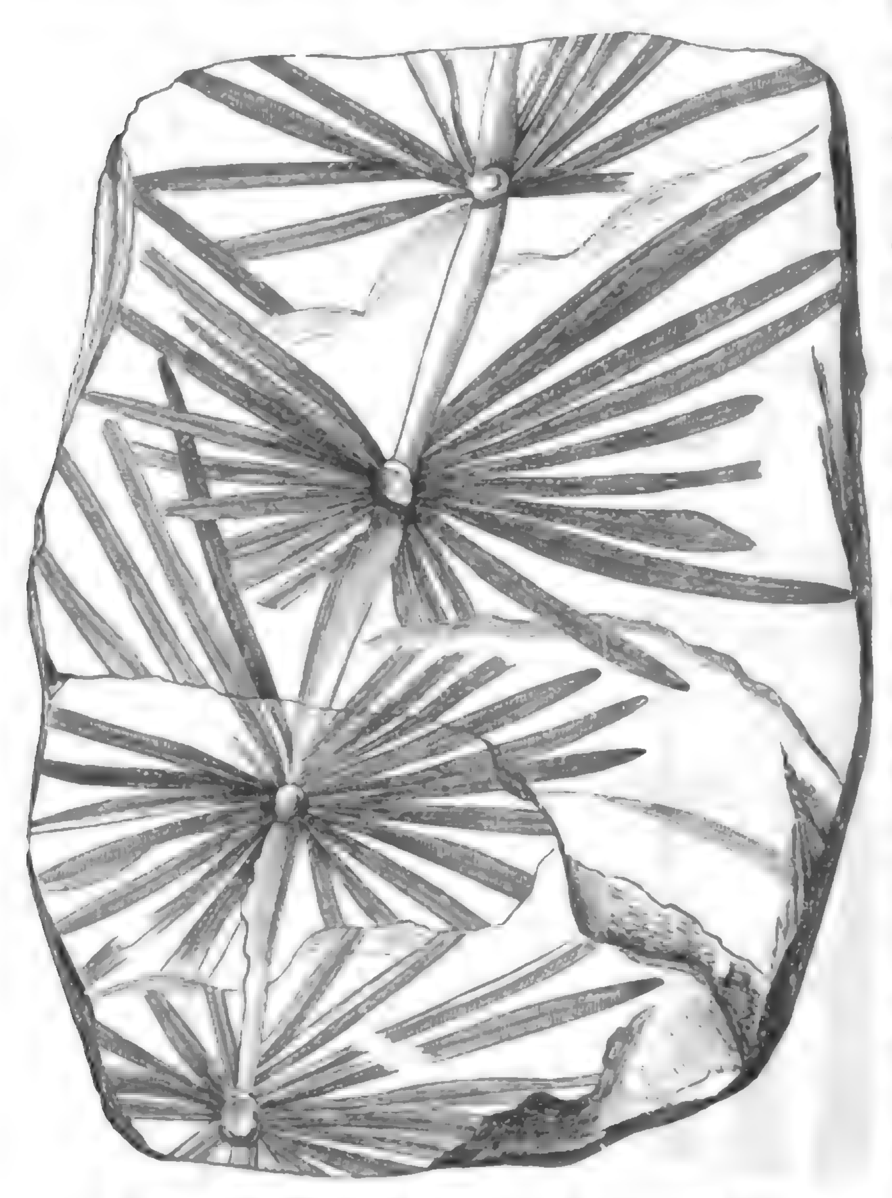


Riesige Schachtelhalme der Steinkohlen-Zeit aus der heute gänzlich ausgestorbenen Familie der Calamiteae.

a ist der Versuch einer Rekonstruktion eines solchen Calamiten-Baumes, *b* ein Stammstück, *c d e* Zweige, *f* Fruchtstand, *g* unteres Stammende. (Nach Zittel.)

Schachtelhalme aus der heute noch lebenden Gattung Equisetum sind aus der paläozoischen Epoche bisher nicht beschrieben worden, sie treten erst in der Trias auf. Immerhin müssen dem heutigen peruanischen

Riesen-Equisetum (Equisetum xylochaeton) von 7 m Höhe und 25 cm Dicke im äußern Bilde und auch zum Teil dem wirklichen Bau sehr nahe gestanden haben die imposanten Calamiten (Calamites) des Karbons. Man muß sie sich denken als enorme Röhren mit Markinhalt und quirlständigen, grasartigen Blättern an den Stammknoten. In der Nähe der Steincylinder, die als nachträgliche mineralische Ausfüllung der Markhöhle allein erhalten zu sein pflegen, finden sich mancherlei anscheinend krautartige Pflanzen mit dünnen Stengeln und schönen, charakteristischen Blattwirteln (Annularia u. a.), die von manchen Autoritäten einfach für Zweige der Calamitenbäume selbst gehalten werden, — was denn allerdings voraussetzen ließe, daß diese wunderlichen Gewächse an verschiedenen Stellen ihres Körpers oder zu verschiedenen Zeiten ihrer individuellen Existenz ganz verschiedene Blätter entwickelt hätten — verwickelte Probleme, an denen sich die Paläophytologie noch lange den Kopf zerbrechen wird.



Sogenannte Annularia aus der Steinkohlen-Zeit.
Wahrscheinlich gehören diese als besondere Pflanzengattung beschriebenen Reste zu den Calamiten (vergl. d. Abb.) und bildeten an den Stämmen dieser Riesenschachtelhalme die unter Wasser getauchten Blätter. Die Deutung schwankt.

Wo die echten Baumfarne überwogen, werden diese ganzen Karbonwälder jedenfalls einen märchenhaften Reiz gehabt haben, da es heute noch wohl keinen zweiten Baumtypus giebt, der ein dem Auge wohlgefälligeres Blätterwerk erzeugte, als die Riesenfarne der Tropen. Wenn aber Lepi-

dodendren, Siegelbäume und Calamiten zeitweise vorherrschten, so muß das Gesamtbild ein einförmiges gewesen sein. Alles strebte in tausend spitzen Stangen senkrecht empor, anstatt ein echtes Laubdach zu bilden. An Stelle des dumpfen Brausens unserer Eichenhaine muß, wenn der Wind in diesen



Araukarie.

Forst einfiel, ein sonderbares Gewinsel und Geklapper der zahllosen kiesel-haltigen, dünnblätterigen Schachtelhalme getreten sein. Dazu fehlte die Abwechselung, die heute das Kleinkraut unsern Wäldern giebt. Während heute der einförmige Kiefernforst sich belebt eben durch lichtgrüne Farn-

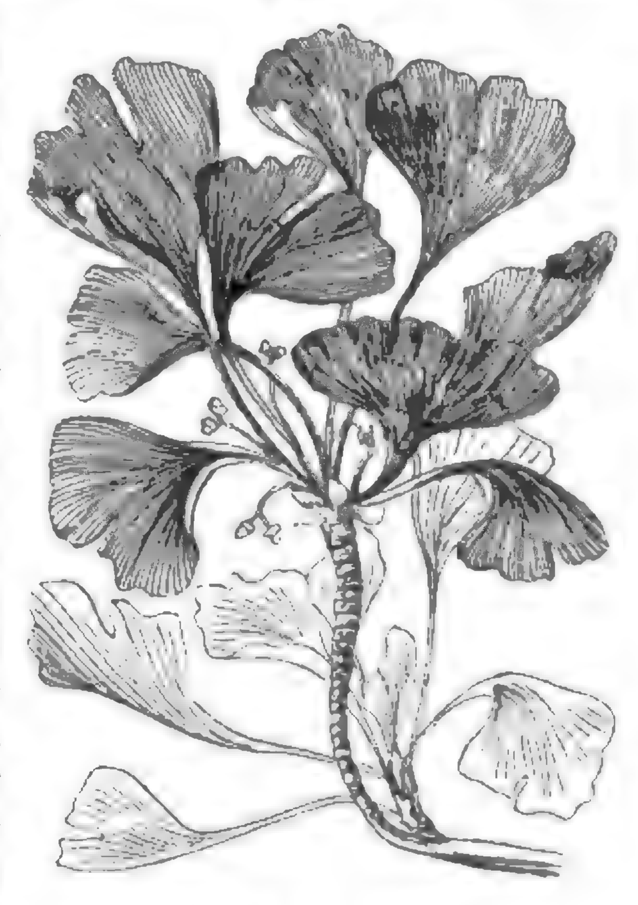
kräuter, die so sehr im Typus abweichen, so boten damals die kleinen Pflanzenarten nur wieder die gleiche Form en miniature, die den großen eigen war, waren kleine Bärlappe, Schachtelhalme u. s. w. Gänzlich endlich mangelte der Reiz der vielfarbigen Blüten, denn noch war das



Der Ginkgo-Baum.

Zeitalter der Blumenpflanzen kaum angebrochen, und das Spärliche, was bereits blühte, gehörte fast allein der Gruppe der Nadelhölzer an, die noch jetzt der Laie gar nicht unter die „blühenden" Gewächse rechnen wird.

Als versprengte Vorposten erscheinen solche Nadelhölzer mitten zwischen all den Kryptogamen bereits im Karbon und zahlreicher schon im Perm. Die ältesten bekannten Arten (Walchia) glichen unseren heutigen schönen Araukarien. Im Perm treten daneben bereits Ahnen auf eines überaus wunderbaren Baumes, der heute allein noch in China und Japan, und zwar nur als Kulturbaum in Gärten, erhalten ist, der Ginkgo biloba. Obwohl ein echter Verwandter unserer Taxuspflanzen, kann die Ginkgo mit ihren lichtgrünen, seltsam doppellappigen Laubblättern doch kaum als „Nadelholz" bezeichnet werden, und nicht mit Unrecht glaubt man sich bei ihrem Anblick über so viele Jahrmillionen hinweg noch einmal in die Zeit versetzt, da die Grenze zwischen dem zarten, breiten Wedel des Farnkrautes und der starren Nadel der Konifere eine schwimmende war. Jedenfalls verdient der Ginkgobaum vollauf das Interesse, das ihm längst die Naturfreunde entgegengebracht, — hat ihm doch Goethe schon im „West-östlichen Divan" sein schönes poetisches Denkblatt gewidmet mit den Versen:



Einzelner Zweig der Ginkgo biloba.

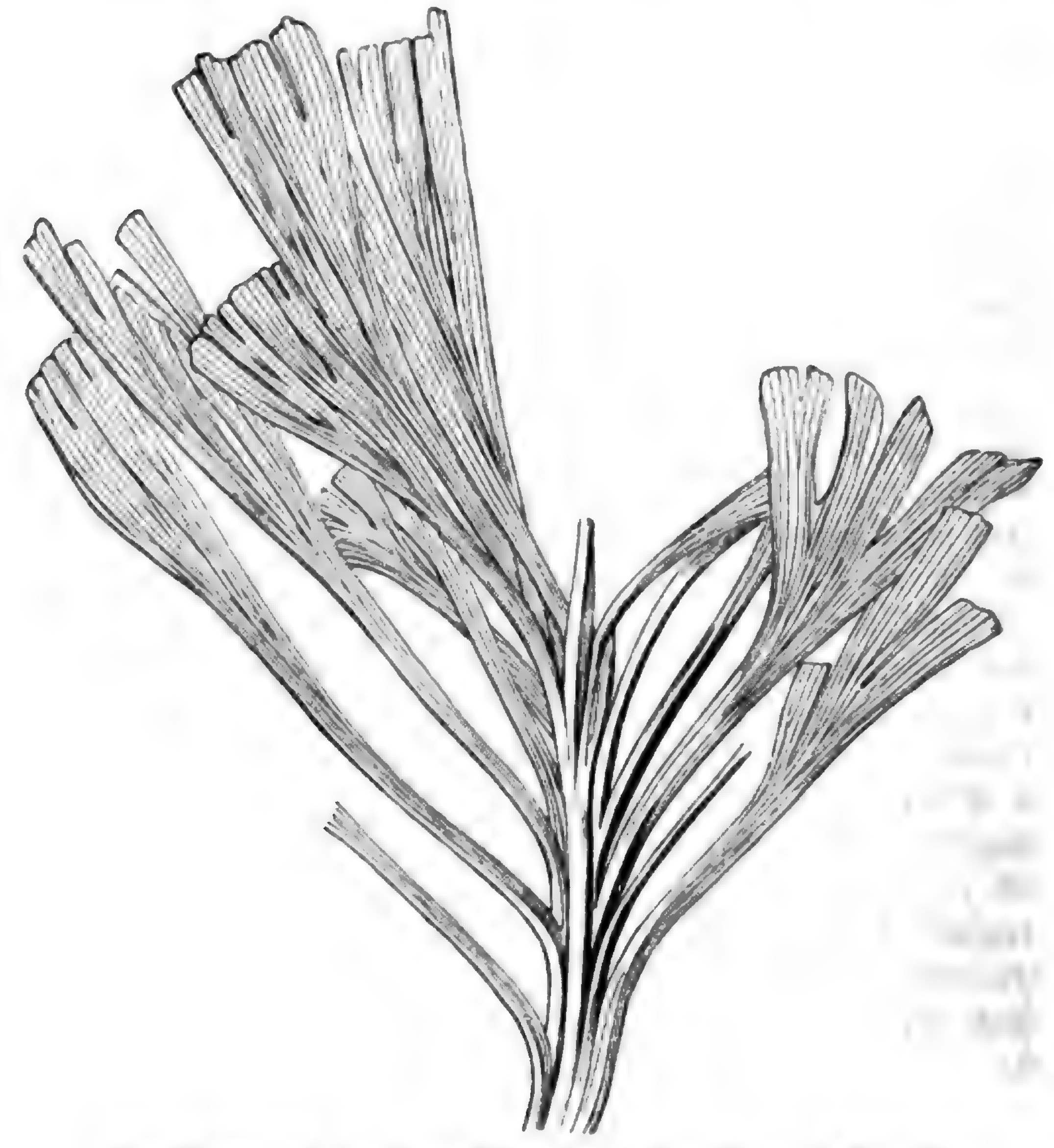
„Dieses Baums Blatt, der von Osten
Meinem Garten anvertraut,
Giebt geheimen Sinn zu kosten,
Wie's den Wissenden erbaut.

Ist es ein lebendig Wesen,
Das sich in sich selbst getrennt?
Sind es zwei, die sich erlesen,
Daß man sie als eines kennt?

Solche Frage zu erwidern,
Fand ich wohl den rechten Sinn:
Fühlst Du nicht an meinen Liedern,
Daß ich eins und doppelt bin?"

Als diese Worte geschrieben wurden, regte sich der Entwickelungsgedanke, die Idee, daß aus einem zwei werden, d. i. aus einer Urform zwei diver-

gierende Formen hervorgehen könnten, erst in wenigen freien Geistern, unter denen allerdings Goethe selbst in erster Reihe stand. Heute können wir die Ahnenreihe der Ginkgopflanze zurückverfolgen bis ans Karbon hinab,



Ein Pflanzenrest der Perm-Zeit aus der Familie der Salisburieen (Ginkgophyllum Grasseti).
Nach Saporta.
Von der ganzen, vom Perm bis zum Tertiär überaus verbreiteten Gruppe existiert heute nur noch eine einzige, in China und Japan als Zierbaum gehegte Art, die Ginkgo biloba.

wie das beistehende Ginkgophyllum aus dem Perm beweist, und dürfen in dem zarten Blatt ein unschätzbares Schöpfungsdokument verehren, das ein glücklicher Zufall gerettet hat, — ein Zufall, der irgendwo in der uralten Kultur Chinas oder Japans, die den letzten Sproß durch Verpflanzen in Ziergärten vor der Ausrottung schützte, gewaltet haben muß.

Mit dem Bilde des Sumpfes verknüpft sich uns heute untrennbar die Erinnerung an zwei Tierklassen: Amphibien und Insekten. Man glaubt

bei dem Worte das Quaken und Trillern zahlloser Frösche und Unken, das betäubende Summen von Milliarden Mücken zu vernehmen. Amphibien und Insekten: das sind auch die bezeichnenden Tierformen des sumpfigen Farnwaldes der Steinkohlen- und Perm-Zeit.

Eine Anzahl Amphibien-Typen kennt jeder Leser. Da sind vor allem die Frösche: der kleine, leuchtend grüne Laubfrosch mit seinen zum Ankleben geeigneten verdickten Zehenspitzen, der große eßbare Teichfrosch und der braune, im Walde hüpfende Grasfrosch. Eng verwandt und durch mancherlei Übergänge verknüpft sind die Kröten, wie unsere allverbreitete, dem Gärtner so nützliche Erdkröte, die sandbewohnende Kreuzkröte mit dem schön schwefelgelben Rückstreifen, die unterseits prachtvoll bunt gescheckte Feuerunke u. a. In der neuen Welt gesellen sich zu beiden Gruppen die Riesen des Geschlechts: die Ochsenfrösche und die gespenstisch scheußliche Wabenkröte oder Pipa. Fast jeder Tümpel zeigt im Sommer Vertreter der zweiten Hauptgruppe, der sogenannten Schwanzlurche: langschwänzige, kurzbeinige Molche (Triton) in den verschiedensten Farben und Größen. Im feuchten Bergwald kriecht um die Dämmerstunde der stattlichste und schönste, seit alters mit Recht berühmte Landvertreter: der samtschwarze, gelbgefleckte Erdsalamander, den ein ganzer Sagenkranz im Volksmunde und der kindlichen Zoologie früherer Zeiten umgiebt. Ein paar seltenere Typen, die aber das Bild der Gesamtgruppe charakteristisch abrunden, wollen dann allerdings im Museum oder günstigsten Falles im Aquarium aufgesucht sein. Hinter der Glasscheibe des matt erhellten Beckens, wie es diese Wasserlurche lieben, erscheint der Koloß der ganzen Amphibienwelt, der meterlange japanesische Riesensalamander (Cryptobranchus), der mexikanische Axolotl (Bild S. 160), ferner als zeitlebens mit Kiemen atmende Formen der geheimnisvolle Blindmolch Olm (Proteus) aus den schwarzen Wasserabgründen der Adelsberger Grotte (Bild S. 12) und der Armmolch (Siren), dessen aalartiger Leib bloß zwei winzige Vorderfüßchen besitzt. Das fremdartigste Bild endlich liefern ein paar ganz fußlose, unserer Blindschleiche (die eine echte Eidechse, allerdings ohne Beine, ist!) ähnliche Amphibien der Tropen, die Blindwühlen (Coeciliae). Trotz so durchgreifender Formunterschiede, wie sie etwa ein Olm oder Landsalamander und ein Frosch aufweisen, kann man doch sagen, daß keine zweite Wirbeltierklasse von heute sich so gleichsam von selbst in eine Linie ordnet und einen graden Stammbaum zu enthüllen scheint — wobei man sich natürlich vor dem unglücklichen Fehler älterer Systematik hüten muß, die Amphibien und Reptilien durcheinanderwarf, also hier auch die total verschiedenen Eidechsen, Schildkröten u. s. w. angliedern wollte. Vermeidet man das und sucht man dann eine Stütze bei der vergleichenden Anatomie und dem biogenetischen Grundgesetz, so ergiebt sich eine Kette von unten nach oben, in die nahezu alle Glieder der Klasse sich lückenlos einordnen. Alle Einzel-

heiten des anatomischen Baues sprechen dafür, daß die schwanzlosen Frösche und Kröten die höchstentwickelten aller Lurche sind. Das findet denn seine glänzende Bestätigung und Erläuterung in der Ontogenie. Es giebt keine zweite Wirbeltierordnung, die so grob ihre tiefgreifenden Umwandlungen innerhalb der persönlichen Entwickelung (vom Ei bis zum fertigen Tier) vor Augen führte. Jedem Knaben schon ist es geläufig, wie aus dem ins Wasser abgelegten Froschei (Froschlaich) zunächst keineswegs der fertige Frosch hervorgeht, sondern eine wasserbewohnende Kaulquappe. Diese Kaulquappe atmet ganz im Gegensatz zu dem lungenatmenden Frosch durch Kiemen wie ein Fisch. Ihre äußere Gestalt ähnelt anfangs durchaus einem solchen. Statt der vier Füße, die der erwachsene Frosch so energisch zu gebrauchen weiß, gewahren wir eine echte, einen langen Schwanz umsäumende Flosse, etwa von der Art, wie sie das Neunauge auf S. 243 zeigt. Der innere Bau entspricht, wie die Kiemenatmung schon erwarten läßt, wesentlich dem des Fisches: ein Herz mit einfacher Vorkammer pumpt das Blut durch die außen hervortretenden sogenannten Kiemenbüschel. Solche „Kiemenbüschel" finden sich allerdings bei den uns geläufigeren Fischen, den Knochenfischen, nicht, doch zeigen sie sich beispielsweise bei den jungen Haifischen. Nach einer kurzen Weile sehen wir an dieser Fischquappe eigentümliche Veränderungen vor sich gehen; innerliche wie äußerliche. Die zweigartig gefiederten Kiemenbüschel schrumpfen ein, und die Atmung, obwohl immer noch auf das Wasser berechnet, erfolgt eine Zeit lang durch innere Kiemen wie bei jedem Hering oder Barsch. Auch das nimmt aber bald ein Ende, indem sich eine Ausstülpung der Schlundröhre zur Lunge umbildet und die eine Herzvorkammer sich in zweie teilt, worauf in der Folge die Kiemen ganz eingehen. Gleichzeitig sind zuerst die Hinterbeine, dann auch die Vorderbeine hervorgesproßt, und der Schwanz ist immer mehr zurückgebildet worden. Eines Tages kriecht das Fröschchen ans Land, wo der Schwanzstummel sich vollends verliert und das schwanzlose, hüpfende Lufttier nun bloß noch zur vollen Froschgröße heranzuwachsen braucht, ohne sich weiter umzuformen. Mag diese Metamorphose im einzelnen auch mancherlei Umbildungen und Verschiebungen erlitten haben: im ganzen zeigt sie doch anscheinend treu ein Spiegelbild der wirklichen geschichtlichen Entwickelung von fischähnlichen Wassertieren zum Frosch. Es scheint da Stadien gegeben zu haben mit äußeren Büschelkiemen, mit ganz kleinen Beinchen (eventuell erst bloß zweien solcher), mit langem Ruderschwanz u. s. w. Zu all diesen Stadien haben wir aber noch heute Parallelen in den niederen Lurchen vor Augen. Wir sehen den Erdsalamander, der bereits mit Lungen atmet, aber noch vier gleichlange, sehr kleine Beine und einen drehrunden Schwanz hat. Wir sehen den Olm, der noch zeitlebens die schönsten äußeren Kiemenbüschel bewahrt und die winzigsten, ja fast unbrauchbare Beinchen hat. Im Armmolch sehen wir gar das eine Beinpaar wirklich schon verloren gehen,

und gewisse allerdings sonst recht wunderlich abweichende Amphibien, die Cöcilien, haben überhaupt keine Gliedmaßen mehr.

Überblickt man diese Dinge, so läge es nahe, anzunehmen, daß man hier in der That in guter Konservierung noch die ganze Kette vor Augen hätte, die im Sinne des früher gegebenen Stammbaums der Wirbeltiere voreinst von den Urfischen, vor allem den Haifischen, zu landbewohnenden, vierfüßigen und lungenatmenden Wirbeltieren höherer Art übergeleitet hätte. Als Zeit dieser ersten Überführung möchte man wohl auf die Erdepoche raten, mit der wir uns in diesem Kapitel hauptsächlich beschäftigen, die Steinkohlen-Zeit. Denn im Devon waren, wie wir gesehen haben, jene wahrscheinlichen Amphibien-Ahnen, die Haifische, bereits schön entwickelt, während im Perm (unmittelbar nach der Steinkohle) schon Reste unanzweifelbarer Reptile (also Wirbeltiere, die schon über den Amphibien stehen) gefunden werden. In diesem Falle ist es aber einmal die Paläontologie selbst, die das vorgefaßte Bild verschiebt oder zum mindesten doch sehr erweitert. Vertreter der heute existierenden Amphibien-Kette treten, soweit bekannte Fossilreste in Betracht kommen, erst viel später, in Jura und Kreide, auf.

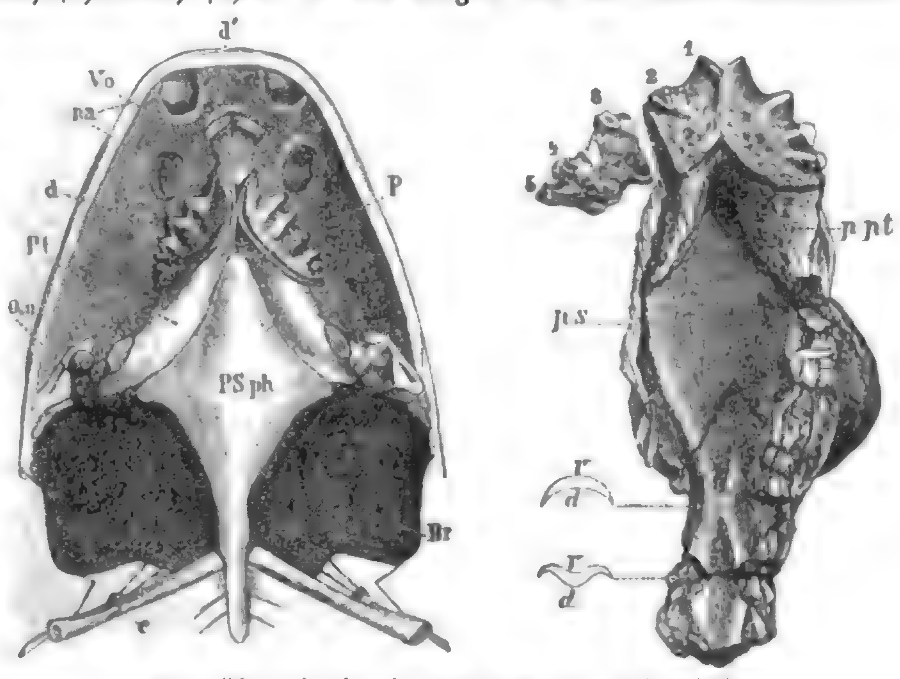
Dafür sind uns aus der ganzen Epoche von Beginn der Steinkohle bis zum Ende der Trias zahlreiche Reste eines seltsamen Geschlechts bepanzerter, zum Teil riesengroßer Geschöpfe erhalten, die im ganzen zwar auch den Typus von Amphibien haben, dabei aber doch von den heute lebenden so fundamental abweichen, daß man sie als einen ganz besonderen Zweig ansehen muß.

Wenn nicht alle Anzeichen trügen, so ist über diese alten Formen in Wahrheit der Stammbaum vom Urfisch zum Reptil weggegangen, wofür wir die Details gleich sehen werden. Wie sich die kleine, aber so schön geschlossene Amphibienkette von heute, die in der Art doch auch einen gleichen Weg zu spiegeln scheint, zu jener wahren Übergangsgruppe stellt, ist zur Zeit noch ein phylogenetisches Geheimnis. Jene alte Gruppe der Steinkohlen-, Perm- und Trias-Zeit war durchweg mit starkem, krokodilartigem Panzer versehen. Heute sind nahezu alle Amphibien nackt; bloß die fußlosen Blindwühlen besitzen ein Schuppenkleid, das aber eher direkt an Fische erinnert. Andererseits hat wieder der Landsalamander unserer feuchten Wälder in der Gestalt eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit jenen uralten Formen sowohl wie mit der Eidechse. Die Hypothesen, wie erklärlich, schwanken hin und her. Soll es möglich sein, sich zu denken, daß in später Zeit, lange nachdem bereits die Uramphibien ihr Werk gethan, die Reptilien hervorgebracht und dann ihre Bahn beschlossen hatten, nochmals aus tiefster, den Urfischen naher Wurzel der moderne Amphibienstamm sich ganz unabhängig entwickelt habe, ohne es diesmal weiter zu bringen als bis zum Frosch, mit dem allerdings ja eine äußerst glückliche Anpassung

geschaffen ist? Es giebt noch seltsamere Deutungsversuche. Die so schöne phylogenetische Kette vom Armmolch bis zum Frosch, die in der Ontogenie des Frosches sich wieder abzuspiegeln scheint, soll in Wahrheit bloß durch eine seltsame Verknüpfung der Dinge aus der Ontogenie selbst entstanden sein: alle die heute dauernd mit Kiemenbüscheln versehenen Formen (Armmolch, Olm u. s. w.) sollen in Wirklichkeit nur Larven sein, die gewohnheitsmäßig nicht mehr zur vollen Entwickelung zum lungenatmenden Tier kommen, weil es für sie günstiger ist, schon im Wasser geschlechtsreif zu werden. Man würde auf diese Vermutungen nicht geraten, wenn nicht der Fall vorläge, daß Molchlarven, die man hindert, ans Land zu gehen, als Kiemenlarven wirklich geschlechtsreif werden, während andererseits ein lange als fertige Art beschriebener Kiemenmolch, der mexikanische Axolotl (vergl. S. 160), vor den Augen der Pariser Zoologen eines Tages doch noch ans Land ging und zum echten Salamander wurde, grade als sei eine lange zurückgedrängte Möglichkeit plötzlich wieder zum Durchbruch gekommen, nachdem viele Generationen sie vergessen hatten. Es ist zur Zeit nicht möglich, hier etwas Sicheres auszusagen. Nur das steht fest, daß die Linie vom Urfisch bis zum Reptil auch geschichtlich zwar über Amphibien wegführte, daß unter diesen Amphibien aber jene völlig verschwundenen Geschlechter der Steinkohlen-, Perm- und Trias-Zeit zu verstehen sind, die im erwachsenen Zustand mit dem Frosch so gut wie gar nichts zu thun hatten, dem Landsalamander bloß im allgemeinen Habitus glichen und den Blindwühlen höchstens darin sich näherten, daß sie auch gepanzert waren. Andererseits freilich schlossen sie sich insofern wieder völlig dem Grundtypus eines höheren Amphibiums (zumal dem Landsalamander von heute) an, daß sie in ihrer Ontogenie denselben Wechsel vom kiementragenden Wassertier zum lungenatmenden Landbewohner zeigten, womit aufs deutlichste nachgewiesen ist, daß auch sie letzten Endes vom Fisch ausgingen.

Die ältesten Reste solcher Uramphibien liegen im produktiven Steinkohlengebirge. Kolossale Anhäufungen von Tausenden von Exemplaren finden sich in den unmittelbar folgenden Ablagerungen der Perm-Formation. Die Perm-Formation schließt sich in ihrer Flora und Fauna im allgemeinen so eng an die Karbon-Formation an, daß sie in diesem Zusammenhang unbedenklich gleichzeitig mit dieser besprochen werden kann. Da, wo sie zuerst eingehend studiert worden ist, in Deutschland, und zwar vor allem in der Grafschaft Mansfeld, zerfällt sie (von unten nach oben) in zwei scharf gesonderte Schichten. Zuerst, direkt auf dem Karbon, das sogenannte Rotliegende oder „Rote Tote“ („Tot“ d. h. für den Bergmann unbrauchbar!), eine Süßwasser-Ablagerung, die denen des Karbon und einigermaßen auch dem old red des Devon entspricht. Darüber eine ebenso unverkennbare Schicht von Meeressedimenten, zusammenfassend als Zechstein bezeichnet. In den unteren Zechstein eingelagert erscheint die für

den Mansfelder Bergbau wichtige schmale Zone des erzreichen Kupferschiefers, im oberen Zechstein finden sich (z. B. in Sperenberg bei Berlin) gewaltige Steinsalzmassen. Die Zeit und der Ort, wo das Rotliegende sich bildete, waren der Entwickelung von Amphibien zweifellos sehr günstig. Es war eine unruhige Zeit. Gewaltige vulkanische Eruptionen verraten sich noch heute zwischen den Sedimenten. Die Grenzen von Land und Wasser mögen sich vielfach rasch verschoben, Asche und sonstige Auswürflinge feuerspeiender Berge oft die Binnengewässer jählings seicht gemacht haben. In solcher Zeit mochte eine Eigenschaft von besonderem Nutzen werden, die schon früh, wahrscheinlich schon in den Tagen der old red-Binnenmeere im Devon, einzelne Ganoid-Fische bei sich ausgebildet hatten: die Eigenschaft, gelegentlich bei Wassermangel, wenn das bewohnte Gewässer sehr seicht wurde oder gar zeitweilig ganz austrocknete, die Schwimmblase als eine Art Atmungsapparat neben den Kiemen zu gebrauchen. Der erste Schritt zum Amphibium war damit gethan. Es ist uns zum Glück heute noch ermöglicht, grade diesen Umschwung an lebenden Beispielen zu studieren, deren Stammbaum ganz unverkennbar direkt auf Ganoidfische der Devon-, Steinkohlen- und Perm-Zeit zurückführt. Noch leben an drei Stellen der Erde drei wunderliche fischähnliche Tiere, die uns jenes Kunststück einer zeitweisen Anpassung an die Luftatmung offen vor Augen führen.



Eine überlebende Tiergattung der Trias-Zeit:
der Molchfisch Ceratodus.
Links der Schädel (Unterseite) des noch heute in Australien lebenden Molchfisches Ceratodus Forsteri (nach Günther), rechts ein Schädelrest des Ceratodus Sturi *Teller* aus der Lettenkohle (Trias-Formation) von Lunz (nach Teller). Man beachte besonders die gewaltigen, kammförmigen Gaumenzähne. *na* sind die Nasenlöcher, *d* große Gaumenzähne, je einer links und rechts, *d'* kleiner vorderer Gaumenzahn, *Br* Kiemenhöhlen, je eine links und rechts, *c* erste Rippe. *1—5* (Figur rechts) Kämme des einen großen Gaumenzahnes, *rd* Querschnitte eines solchen Zahnes.

Die Molchfische sind es, die hier so überaus lehrreich werden. Von ihren allein vorhandenen drei Vertretern lebt der eine, die Lepidosiren paradoxa, in Nebenflüssen des Amazonenstroms, der zweite, der Protopterus annectens, in den Gewässern des tropischen Afrika, der dritte,

der Ceratodus Forsteri, nahezu auf den Aussterbeetat gesetzt, an ganz wenigen Sumpfstellen des östlichen Australien. Im äußeren Habitus, mit ihrem im Rumpf verschwimmenden Kopf, ihrem echten Schuppenkleid und ihren wunderlichen Flossen, gleichen die Molchfische durchaus echten Fischen, wenn auch solchen niedrigster und ältester Art, wie etwa dem früher abgebildeten Ganoidfische Polypterus. Was den Molchfisch aber prinzipiell vom wirklichen Fisch scheidet, ist die Art seiner Atmung und, damit zusammenhängend, seines Blutkreislaufes und Herzens. Der Molchfisch besitzt neben den echten Fischkiemen noch eine Lunge als Atmungsorgan. Bei den Fischen (mit Ausnahme der niedrigsten, wie Amphioxus und Neunauge) findet sich als Ausstülpung des Vorderdarms ein luftgefüllter Sack, die



Der noch lebende australische Molchfisch Ceratodus Forsteri.
Die Länge beträgt sechs Fuß.

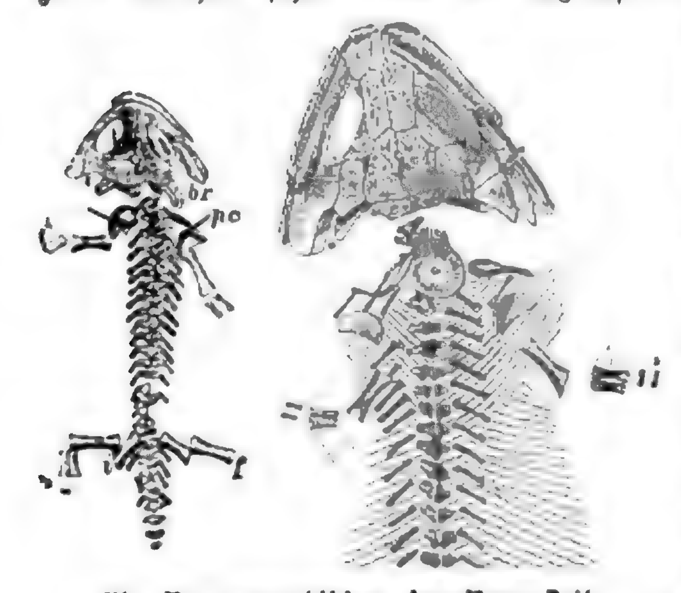
sogenannte Schwimmblase. Die Schwimmblase ist von enormem Wert für den schwimmenden Fisch, indem sie sein spezifisches Gewicht für gewöhnlich dem des Wassers gleich macht, ihn also frei im Wasser schweben läßt und ihm daneben auch noch ermöglicht, durch geschicktes Zusammenpressen oder Freilassen sein Gewicht momentan zu mehren oder zu mindern, also im Wasser auf- und abzusteigen. Bei einer Reihe von Fischen, z. B. grade den Ganoiden, denen die Molchfische so stark gleichen, bleibt zeitlebens eine Verbindungsröhre zwischen Blase und Vorderdarm bestehen, ein „Luftgang". Es lag nahe genug, daß bei dauerndem Leben in Seichtwasser, wo das „Freischwimmen" in jenem Sinne mehr in den Hintergrund trat und dafür immer öfter direkte Berührung mit der Luft selbst eintrat, grade dieser innere Luftapparat sich dahin ausbildete, daß er die Blutgefäße seiner

Wände direkt mit Atmungsluft versah. Damit war die Lunge gegeben. Begann sie einmal zu funktionieren, so hatte das aber wieder durchgreifende Wandlungen im Blutkreislauf zur Folge, die Vorderkammer des Herzens teilte sich, und die Nasengrube brach zu einem wirklichen Kanal nach der Mundhöhle durch, der ein Atmen auch bei geschlossenem Munde ermöglichte, — Dinge, die wir bei den Molchfischen thatsächlich denn auch bereits finden. Überaus deutlich zeigt die Lebensweise dieser selben Molchfische das „Warum“ der Lungenbildung. Der Leser möge das Bild S. 19 aufschlagen. Dort sieht er den afrikanischen Molchfisch Protopterus oben frei schwimmend, unten in einer seltsamen Verkapselung. Der Protopterus bewohnt seichte Gewässer, in denen er zwar für gewöhnlich mit den Kiemen allein noch auskommen könnte, die ihn aber auch schon zum direkten Luftschnappen mit dem Munde verleiten. Unentbehrlich wird das Lungenatmen ihm dann, wenn die kleinen Flußläufe periodisch im Glutsommer der Tropen total austrocknen. Dann gräbt der Molchfisch sich tief in den Grundschlamm und bildet durch Schleimausscheidung eine solide Kapsel um sich her, in der er die Zeit der Dürre luftatmend überdauert. Im Berliner Aquarium wurden gelegentlich Molchfische gezeigt, die die Reise von Afrika lebend in ihrer Schlammkapsel überstanden hatten und jetzt im reichlichen Wasser munter wieder auskrochen.

So giebt der heutige Molchfisch die beste Parallele für den Vorgang der Amphibien-Entstehung in der old red- oder der Karbon-Zeit. Ja er liefert wahrscheinlich noch mehr als eine Parallele. Ganoidfische von auffallender äußerer Ähnlichkeit mit dem lebenden Molchfisch Ceratodus kommen wirklich schon im old red vor (vergl. das Bild S. 256), und aus der Formation, die der hier beschriebenen folgt, aus der Trias, sind direkte Reste der Gattung Ceratodus selbst überliefert. Freilich kann man den Zähnen, Flossen und Schuppen, die das Gestein uns da bietet, nicht unmittelbar ansehen, ob diese uralten Verwandten auch schon eine Lunge besessen haben. Bei denen, die in Sedimenten der offenen See liegen, ist es in hohem Grade unwahrscheinlich. Dagegen steht kein Grund dagegen, daß die Ceratodus-Verwandten des Süßwassers zur Devon-, Karbon-, Perm- und Trias-Zeit wirklich bereits echte Molchfische mit Doppelatmung gewesen sind. Denn wir sehen ja die echten Amphibien grade damals auftauchen, und die Benutzung dieser Brücke liegt zu nahe. Wenn sich zudem eine Gattung derartig zäh erweist wie Ceratodus und die ganze Riesenzeit von der Trias bis heute ohne Wandlung im Knochenbau (der Ceratodus zeigt z. B. noch die ganz primitive Chorda) überdauert — und wenn derselbe Ceratodus heute eine Atmungsart besitzt, die so ganz für die damaligen Übergangsformen vom Ganoidfisch zum Amphibium theoretisch paßt, so ist schlechterdings nicht einzusehen, weshalb nicht auch darin ein uraltes Erbe erhalten sein sollte und die Ahnen des Ceratodus wirklich die

Ahnen auch der karbonischen und permischen Amphibien gewesen seien — womit Ceratodus und seine Verwandten Protopterus und Lepidosiren unmittelbar in die Ahnenreihe aller höheren Wirbeltiere, mit Einschluß des Menschen, rückten.

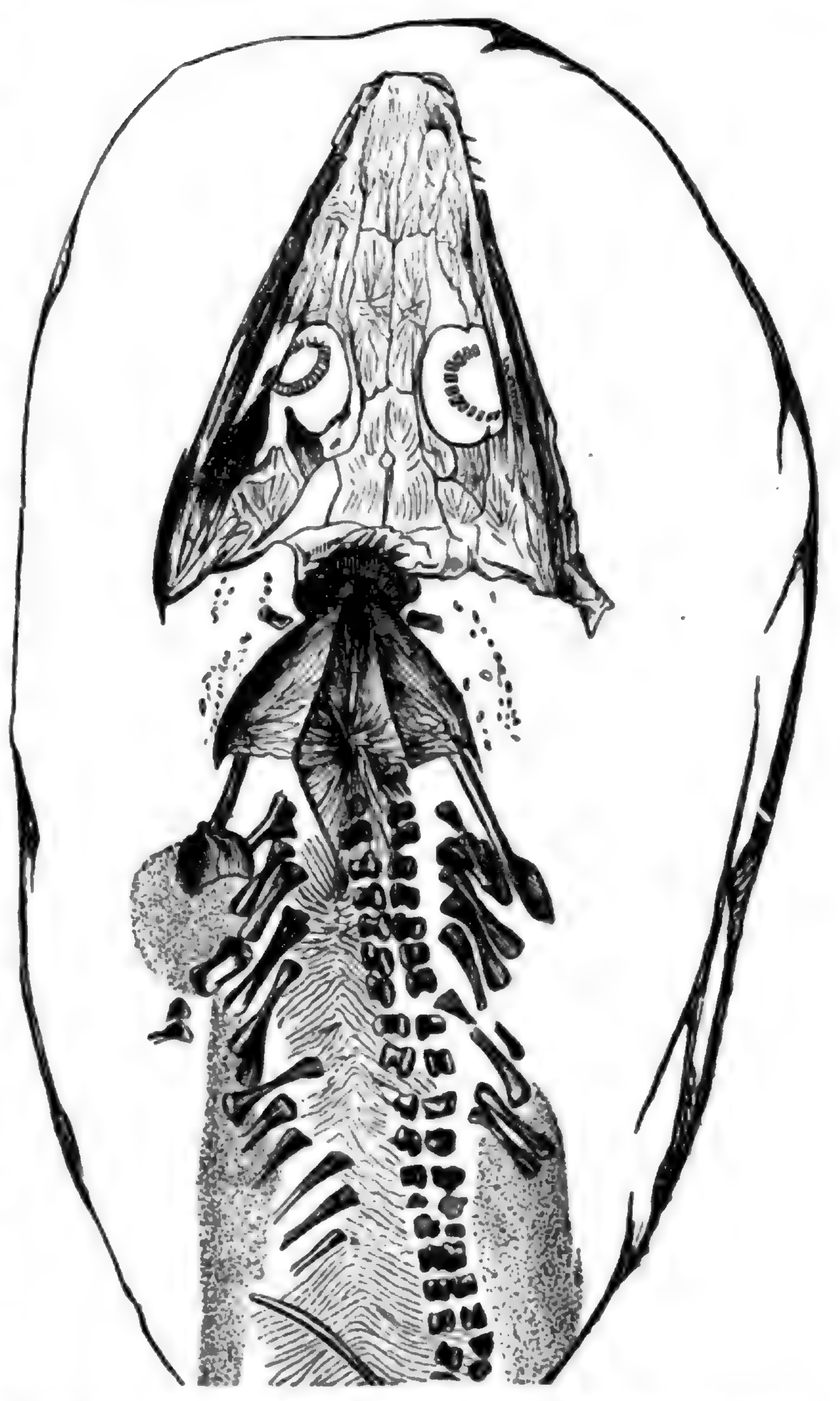
Wie dem nun sei: im Karbon und Perm sind die Amphibien da, und zwar mit Macht. Der Paläontologe Credner hat zu seinen Studien über den kleinen, salamanderartigen Branchiosaurus über 1000 Exemplare aus einer einzigen Fundstelle benutzen können. Von dem schon viel länger bekannten, für die Zeit so recht eigentlich typischen Archegosaurus hat H. v. Meyer schon 1858 271 Exemplare zur Verfügung gehabt, als er seine in vielem noch heute mustergiltige illustrierte Monographie der Steinkohlen-Reptilien veröffentlichte. An der Endung „saurus“ muß man sich, nebenbei gesagt, bei den Namen nicht stoßen, sie bedeutet zwar Eidechse, aber diese Tiere wie Branchiosaurus und Archegosaurus waren keine Eidechsen (also Reptile), so lange und hartnäckig sie auch von einzelnen Gelehrten (z. B. grade von Meyer) dafür gehalten worden sind. Die Amphibien-Natur verrät sich unverkennbar in ihrer Ontogenie (von der wir auf Grund versteinerungsfähiger Larven zum Glück hier einiges wissen, — ausnahmsweise!), sowie in gewissen anatomischen Merkmalen, z. B. wo der hintere Schädel überhaupt verknöchert ist, dem Vorhandensein von zwei Gelenkköpfen am Hinterhaupt. Andererseits kann allerdings nicht geleugnet werden, daß gewisse Eigentümlichkeiten grade des Skeletts viel energischer zu den Reptilien überleiten, als es bei den heutigen Amphibien geschieht. So hat der erwähnte Archegosaurus von oben gesehen nahezu einen echten Krokodilschädel (vergl. das Bild S. 340), und was noch energischer bei ihm an Krokodile erinnert, sind die soliden Panzerplatten an Schädel und Kehle und die Schuppenreihen des Bauches.



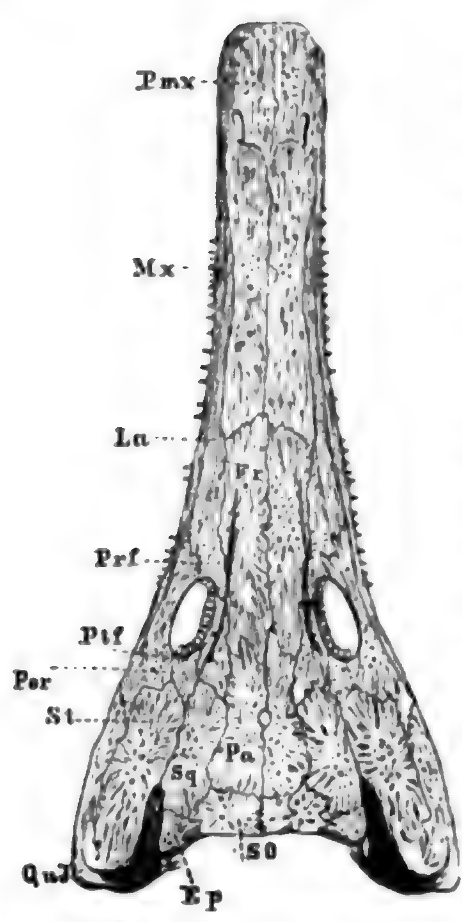
Ein Panzeramphibium der Perm-Zeit:
Der Branchiosaurus amblystomus aus dem Rotliegenden des Plauenschen Grundes bei Dresden. Links eine Larve mit Kiemenbogen am Halse (*br*), rechts das vordere Stück eines erwachsenen, bepanzerten Tieres. Beide Exemplare in natürlicher Größe nach H. Credner.

Im System lassen sich alle Amphibien des Karbon und Perm zusammenfassen in eine einzige Ordnung, die der Stegocephali oder Panzerlurche. In den Einzeltypen herrscht aber bereits eine große Mannigfaltigkeit. Im Branchiosaurus unseres Bildes oben tritt uns ein kleiner, in Größe und Gestalt unserm Landsalamander nicht unähnlicher

Lurch entgegen. Im Rotliegenden von Niederhäßlich im Plauenschen Grunde bei Dresden liegen in zahllosen Exemplaren seine ganzen Entwickelungsreihen von der kiementragenden nackten Larve bis zum fertigen Tier, dessen Lungenatmung etwa bei einer Größe von 70 mm einsetzte, während sich gleichzeitig der Schwanz verkürzte und der Schuppenpanzer des Bauches sich zu bilden begann. Den Archegosaurus, einen mehr dem Krokodil ähnelnden zweiten Typus, der besonders im Rotliegenden von Saarbrücken gefunden wird, stellt unser Bild S. 340 in einer anschaulichen Gesamtrekonstruktion dar. Er wurde bis anderthalb Meter lang und mag schon ein gefürchteter Räuber gewesen sein. Auch hier kennt man die Jungen mit Kiemenbogen und stumpf dreieckigem, molchartigem Schädel neben den alten Tieren, deren lang zugespitzte Schnauze mehr und mehr dem Krokodil sich zu nähern scheint. Viel kolossalere verwandte Arten sind aus Amerika



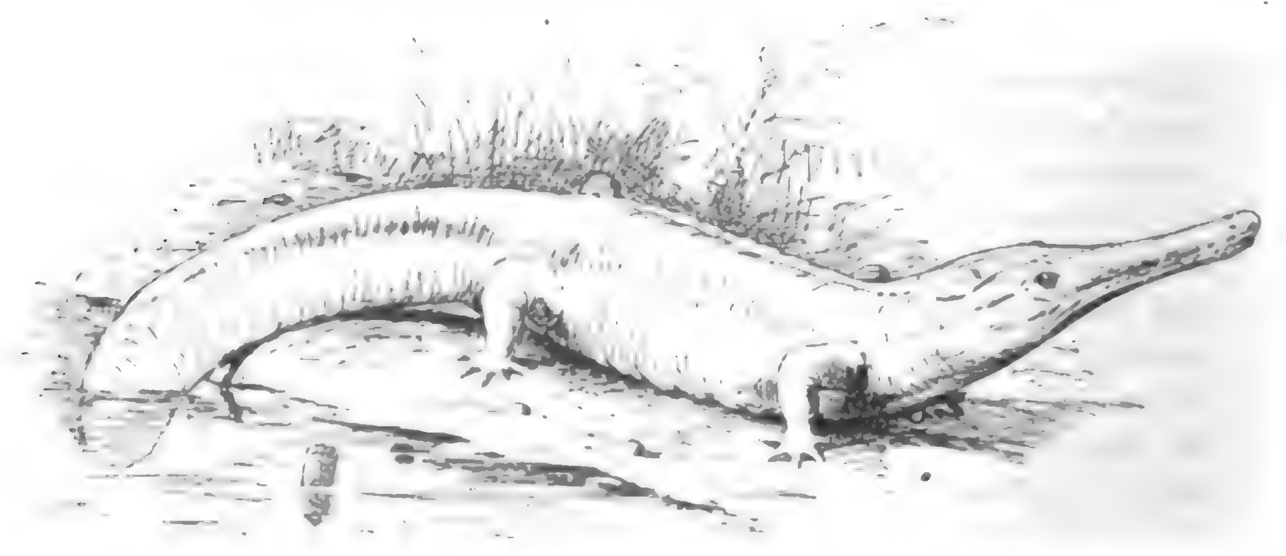
Kopf und Vorderleib eines Panzer-Amphibiums der Perm-Zeit:
des Archegosaurus Docheni
aus dem Rotliegenden von Lebach bei Saarbrücken. Der dargestellte Rest (natürl. Größe) rührt von einem jungen Exemplar her, das, wie die Larven unserer Frösche und Molche, Kiemenbogen besitzt. Das ausgewachsene Tier, das im ganzen einer Eidechse glich, wurde bis 1½ m lang und findet sich massenhaft in gut erhaltenen Resten. Die Abbildung ist dem großen Werke über Archegosaurus von H. v. Meyer entnommen.



Der Schädel des ausgewachsenen Panzer-Amphibiums Archegosaurus Decheni

(vergl. die Unterschrift zu dem Bilde auf S. 339 von Lebach bei Saarbrücken, 1/8 der natürl. Größe.

beschrieben worden, so der groteske Eryops megacephalus von Texas, dessen Schädel allein 60 cm in der Länge und 46 hinten in der Breite mißt. In der Steinkohle Nordamerikas finden sich auch die Tatzenspuren noch erhalten, die ziemlich sicher kleine Stegocephalen in den Schlammboden eingedrückt haben. Die entsprechenden Skelettreste zierlicher, eidechsenartiger Panzerlurche bergen daneben zahlreich noch die aufrecht stehenden Steinkohlen-Bäume selbst, in deren Höhlungen einst lebend die Amphibien der Karbon-Zeit sich geflüchtet haben mögen, um nachher von eindringenden Schlammmassen darin begraben zu werden. Bei all den genannten Formen sind drei in der Haut gelegene Panzerplatten über der Kehle besonders charakteristisch, die in dieser Anordnung und Form der ganzen Gruppe ein eigentümliches, im Wirbeltierstamm isoliertes Gepräge geben. Die Blütezeit dieser echten Panzerlurche liegt übrigens noch nicht im Perm. Die größten, seltsamsten Formen werden uns in der Trias begegnen, Formen, die besonders durch ihren Zahnbau (die Dentinsubstanz der Zähne zeigt seltsame labyrinthische Falten, daher der Name Labyrinthodonten) sich als besonderer, entwickelterer Zweig erweisen. Eine über-



Der Archegosaurus,

ein Panzer-Amphibium der Perm-Zeit von 1½ m Länge, in seiner mutmaßlichen Gestalt rekonstruiert nach H. N. Hutchinson und J. Smit. (Creatures of other days, London 1894.)

leitende Gattung dieser Art bereits aus dem Rotliegenden ist der S. 342 abgebildete Stereohachis. Die Platte mit den Resten ist zugleich ein sehr anschauliches Beispiel für den Zustand vieler Versteinerungen. Den Panzerlurchen lose angefügt ist eine Familie kleiner, schlangen- oder aalähnlicher



Der Schädel eines großen Panzer-Amphibiums der Perm-Zeit
von der Seite gesehen.
Die dargestellte Art (nach Cope) ist der Eryops megacephalus aus Texas (Nord-Amerika) in $^1/_3$ der natürlichen Größe.

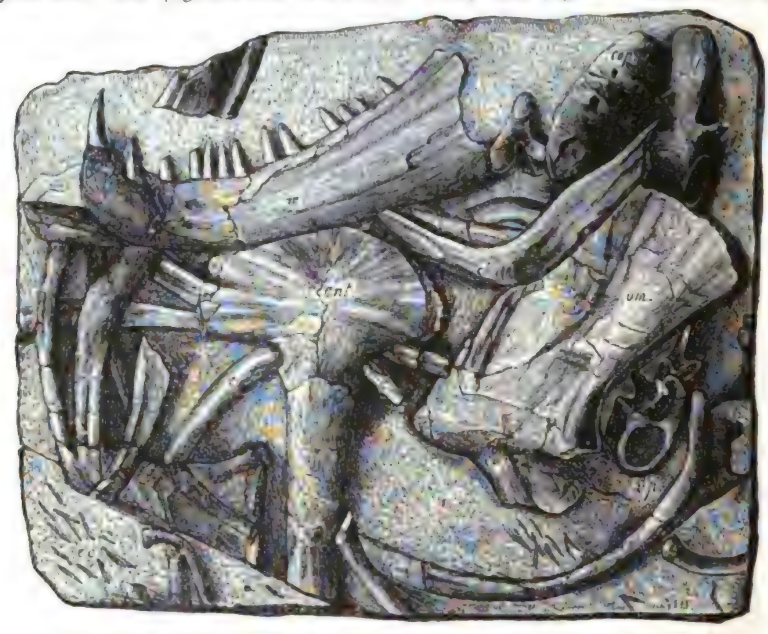
Steinkohlen-Lurche, die der Beine völlig entbehrten und, wie es scheint, zeitlebens äußere Kiemen besessen haben. Typisches Exempel ist das Dolichosoma longissimum von Nyran in Böhmen. Es giebt wenige Tiere, die so schwer einzugliedern sind wie dieser Schlangenlurch der karbonischen Gewässer. (Bild S. 343.)



Fußspur eines fünfzehigen Wirbeltiers der Steinkohlen-Formation.
Gefunden in Parsboro (Nord-Amerika). Da in denselben Schichten Skelettreste von entsprechend großen Panzer-Amphibien (Stegocephali) gefunden wurden, so ist die Zugehörigkeit zu solchen in höchstem Grade wahrscheinlich. (Das Bild in natürlicher Größe nach W. Dawson.)

In jenen Permablagerungen des Plauenschen Grundes bei Dresden, die mit ihren zahllosen Branchiosaurus-Skeletten uns offenbar das ganze Amphibiengewimmel eines geschützten Binnengewässers und seiner Sumpfufer überliefert haben, geriet in neuerer Zeit der Paläontolog Credner mitten zwischen den kleinen Panzerlurchen auch auf die Reste wirklicher kleiner Reptile, die zu den ältesten aller bekannten gehören. Sie beweisen, daß damals also schon der Schritt über das Amphibium weg zum höheren Wirbeltier gethan war, — ein überaus bedeutsamer Schritt. Die Klasse der Reptile, zu der von heute lebenden bekannteren Formen die Eidechse, die Schlange, das Krokodil und die Schildkröte gehören, schließt sich in vielfacher Hinsicht enger an die höchsten Wirbeltiergruppen, die Säugetiere und Vögel, an als an die Amphibien. Vor allem tritt das in der

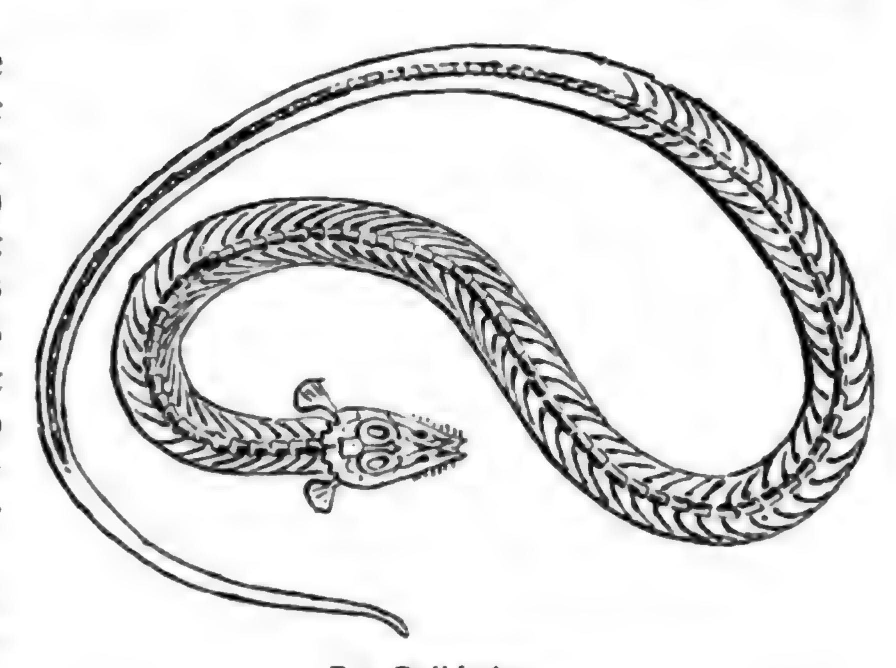
Ontogenie hervor. Niemals atmet das junge Reptil durch Kiemen gleich der Froschlarve. Es findet überhaupt keine der Amphibien-Metamorphose vergleichbare Umwandlung nach Verlassen des Eies mehr statt. Dafür zeigt sich, wenn man das Ei mit der reifenden Frucht öffnet, der Keim (Embryo) ganz in der gleichen Weise wie bei Säugetier und Vogel in einer vom Nabel ausgehenden zarten Hülle schwimmend, der Fruchtwasserhaut oder dem sogenannten Amnion. Nach ihm faßt man Reptile, Vögel



Eine Platte aus dem Rotliegenden von Igornay bei Autun (Perm-Zeit) mit Knochen und Kotresten eines Panzer-Amphibiums.

Die Art (nach Gaudry) ist Stereorhachis dominans. Man gewahrt den Unterkiefer (*m*) mit gewaltigen Zähnen, die große mittlere Kehlbrustplatte (*ent*), den Oberarm (*om*), Wirbel (*vl* und *vp*), Bauchschuppen (*ec*), endlich rechts oben (*cop*) einen sogenannten Koprolith (Kotballen).

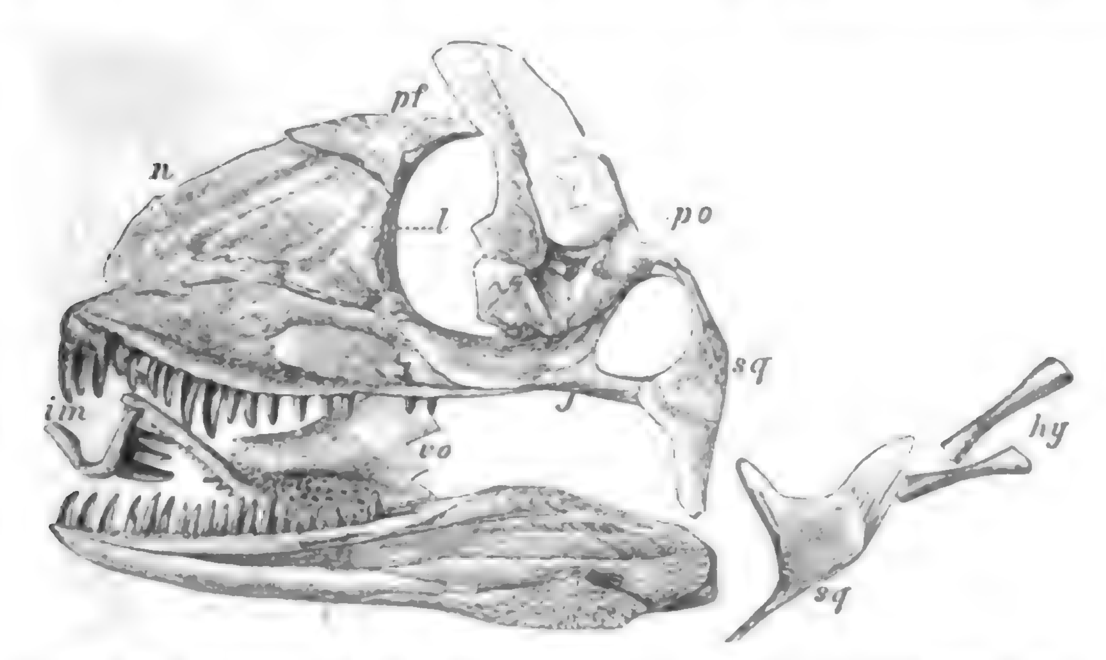
und Säugetiere auch als Ganzes unter dem Namen der Amniontiere (Amniota) zusammen. Wir werden im Verlaufe unserer Betrachtung noch zu Zeiten kommen, wo die Reptile in zahlreichen grotesken Formen die Herren der Erde waren. Um so mehr muß man gespannt sein, welcher ihrer großen Zweige zuerst angelegt worden sei. Es scheint auf den ersten Anblick der Typus unserer heutigen Eidechse zu sein, was uns in den Dresdener Perm-Reptilien entgegentritt. Man gewahrt kleine, höchstens 45 cm große, langschwänzige Geschöpfe mit kräftigen, fünfzehigen Beinen. Aber beim näheren Zusehen zeigen sich doch äußerst primitive Merkmale am Skelett, die eine Einordnung bei den echten Eidechsen unmöglich machen.



Das Dolichosoma,
ein schlangenartiges Amphibium der Steinkohlenzeit mit dauernder Kiemenatmung. (Restauriert nach A. Fritsch.)

Man hat eben eine Stammgruppe vor sich, die allerlei Merkmale in sich vereinigt und mit vollem Recht als eine besondere Reptilordnung aufgefaßt werden darf. So hat man diese Ordnung als die der Rhynchocephalia oder Schnabelköpfe von den übrigen gesondert.

Dabei ist ein Umstand höchst glücklich. Seit den dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts kennt man ein Reptil von der Insel Neu-Seeland, das den Systematikern eitel Ärger bereitete. Dem Habitus nach eine große häßliche Eidechse, erwies diese sogenannte Brückeneidechse (Hatteria viridis, von anderen Sphenodon genannt) sich als ein Geschöpf, das in wesentlichen Punkten seines anatomischen Baues weit von allen echten Eidechsen abwich. Schließlich sah man sich (Günther 1867) genötigt, für sie allein eine den Schlangen und Eidechsen gleichwertige



Schädel eines Urreptils (Palaeohatteria longicaudata *Credner*) der Perm-Zeit.
(Natürliche Größe.)
Die einzige noch lebende verwandte Tierform ist die S. 344 abgebildete neuseeländische Brückeneidechse (Hatteria viridis). Nach H. Credner.



Das einzige heute noch lebende Ur-Reptil:

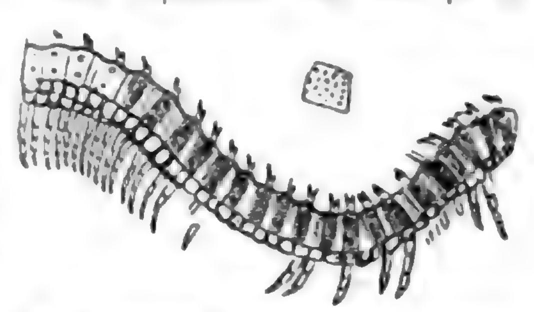
Die neuseeländische Brückenechse Hatteria (Sphenodon) viridis (punctata *Gray*).

Die Brückenechse schließt sich unmittelbar an die Reptilienordnung der Rhynchocephalia an, die man auf Grund von Reptilienresten errichtet hat, die bereits in der Perm-Formation beginnen. Ihrem Bau nach stehen die Rhynchocephalen dem Ur-Typus aller Reptilien am nächsten, so daß uns in der noch lebenden Hatteria eine der wichtigsten Reliquien aus der Entwickelungsgeschichte der höheren Wirbeltiere erhalten ist. Wie so viele dieser lehrreichsten Reliquien (das Schnabeltier, der Molchfisch Ceratodus u. a.) hat auch Hatteria allein im australischen Tiergebiete (Neu-Seeland) ausgedauert, während die Reste ihrer uralten Verwandten in allen anderen Erdteilen, z. B. bei Dresden, gefunden werden.

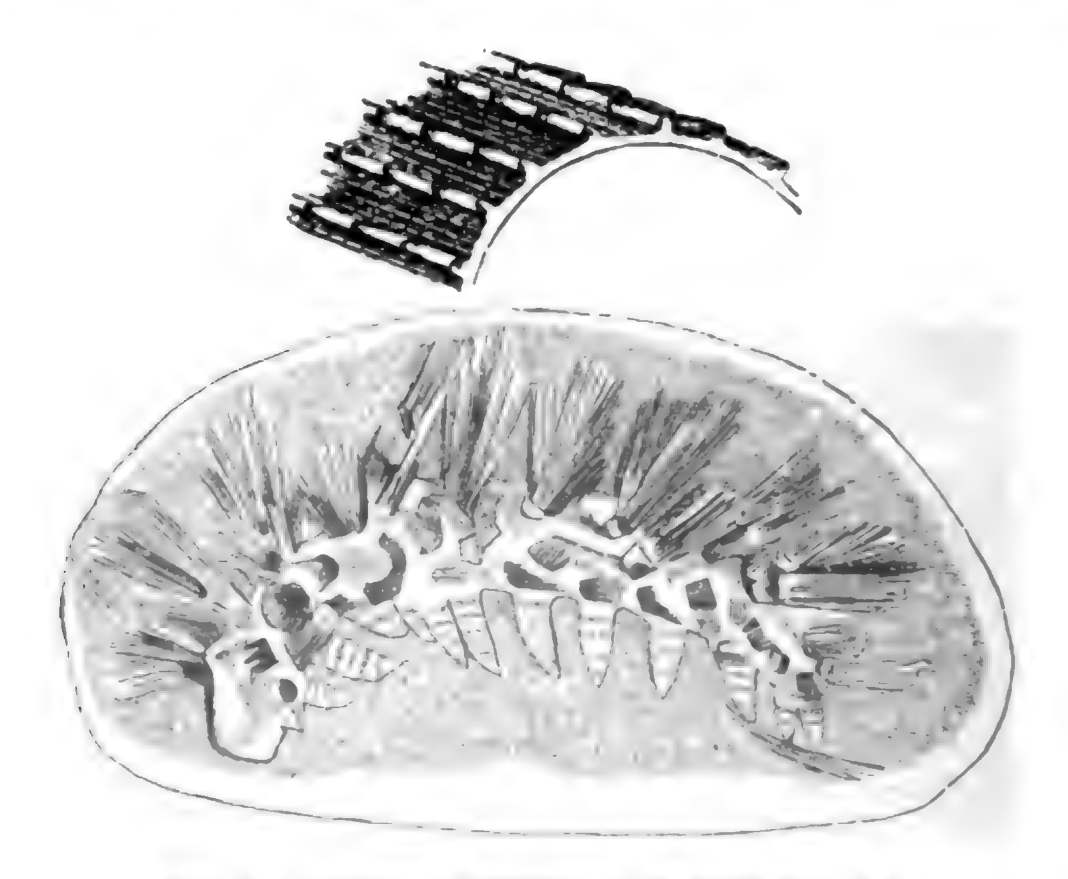
Reptilienordnung zu errichten. Heute weiß man, daß die für Hatteria angesetzte Ordnung identisch ist mit jener auf uralte Formen gegründeten der Rhynchocephalen, — mit einem Wort: daß in der grotesken Hatteria aus den Felshöhlen der neuseeländischen Meeresküste uns ein echtes Urreptil erhalten ist vom Ansehen jener, die schon die Ufer des Perm-Sees im Plauenschen Grunde belebten. Aus dem Jura ist bereits ein Skelett bekannt (Homaeosaurus), das von Hatteria fast nur noch durch die geringere Größe unterschieden ist. Die abgebildete permische Palaeohatteria (Alt-Hatteria) weicht in einigen Punkten von unserer lebenden Hatteria ab, gehört aber zweifellos in dieselbe Ordnung. Sie ist das älteste aller überhaupt bekannten Reptile, älter noch als der ebenfalls den Hatterienverwandten angehörige Protorosaurus aus dem Kupferschiefer von Thüringen, der, auffällig durch seine anderthalb Meter Länge, seit Anfang des vorigen Jahrhunderts bekannt ist und in geologischen Fachkreisen schon lange einer großen Berühmtheit als eine Urform der Reptile sich erfreut, in der die Merkmale von Eidechsen und Krokodilen zusammenzufließen schienen. Echte Rhynchocephalen der Karbon-Zeit sind bis jetzt nicht nachgewiesen, es wäre aber nicht weiter verwunderlich, wenn sie eines Tages hervorträten, da die Umwandlung der Molchfische in Stegocephalen und dieser Uramphibien in Urreptile immerhin schon an den Ufern der old red-Becken des Devon stattgefunden haben könnte, deren Ähnlichkeit mit der echten Steinkohlen- und Permlandschaft bereits eine so außerordentlich auffällige ist. In den obersten Permschichten umgekehrt haben sich (in Rußland, Nord-Amerika und Süd-Afrika) bereits Reptil-Reste ganz anderer Art als die Rhynchocephalen gefunden (z. B. Dicynodon), auf die wir aber erst im Zusammenhang des nächsten Kapitels ausführlicher eingehen wollen.

Zahlreich und vielgestaltig wie die niedere Wirbeltier-Welt muß in den weiten Farnforsten der Karbon- und Perm-Zeit sich das Geschlecht der landbewohnenden Gliedertiere getummelt haben. Tausendfüßer und Skorpione, die uns schon in den vorhergehenden Epochen vereinzelt begegnet sind, finden sich jetzt schon in mancherlei Arten. Tausendfüßer sind besonders aus der produktiven Steinkohle Nord-Amerikas beschrieben worden, z. B. die abgebildete Euphorbia armigera. In ihre Nähe und nicht, wie man früher geglaubt hat, zu den Schmetterlingsraupen dürfte wohl auch das wunderliche Geschöpf Palaeocampa anthrax des Karbons von Illinois gehören, das dicke Büschel feiner, mit Rippen verzierter Nadeln auf dem Rücken trug und dadurch im Äußern allerdings einige Ähnlichkeit mit unsern bekannten Bärenraupen gehabt haben mag. Ein mächtiger Skorpion (Cyclopthalmus senior) mit kolossalen Scheren ist schon in den dreißiger Jahren aus Radnitz in Böhmen beschrieben worden und erregte damals viel Aufsehen, da man noch keine Ahnung davon hatte, daß diese Gruppe relativ hoch entwickelter Gliedertiere bis in die Silur-Formation

hinuntergehe. Unser Interesse heute verweilt mehr bei gewissen verwandten Tieren des Karbon, die, über den Skorpion weg, sich bereits im ganzen Habitus den Spinnen nähern. Die Spinnen, wie wir sie in unsern allbekannten Weberspinnen sehen, stellen im Gegensatz zum Skorpion entschieden einen fortgeschritteneren Typus dar. Statt des lang gestreckten, vielgliedrigen Baues ist der Körper gleichsam „konzentriert" auf zwei Stücke, eine Kopfbrust und einen schwanzlosen, ungegliederten Leib. Diese äußerste Centralisierung, die offenbar mit einer sehr hoch entwickelten Intelligenz Hand in Hand geht, hatten nun die Spinnen des Karbons noch nicht ganz erreicht, aber immerhin deuten sie in anschaulichster Weise den Weg dazu an. Zwischen den echten Spinnen und den echten Skorpionen haben wir noch heute mancherlei vermittelnde Gruppen lebend auf der Erde. In einer Ordnung, der der Walzenspinnen (Solifugae), fließen die Merkmale von Skorpion und Spinne sogar in einer Weise



Ein Tausendfuß der Steinkohlen-Zeit:
Euphoberia armigera.
(Natürliche Größe.)
Einzelne Arten wurden 30 cm lang, die Stacheln maßen über 1 cm. Die Reste stammen von Illinois in Nordamerika.



Rest eines seltsamen Gliedertieres der Steinkohlen-Zeit.
Unten das ganze Tier zweifach vergrößert, oben eine einzelne Nadel in 500facher Vergrößerung. Der Rest stammt aus Nord-Amerika (Mazon-Creek in Illinois). Die Deutungen gehen auseinander. Anfangs riet man auf eine Raupe. Gegenwärtig hat man eine besondere Ordnung der Tausendfüßer darauf gebaut (Protosygnatha) und die Art Palaeocampa anthrax genannt.

zusammen, daß hier wohl eine echte Stammgruppe erhalten sein könnte. Grade fossile Solifugen sind aber bisher nicht gefunden worden. Immerhin starke Mischordnungen stellen indessen auch die lebenden Schneiderspinnen (Opiliones) dar, zu denen unser gewöhnlicher Schneider oder Weberknecht gehört: vor allem ist hier der Hinterleib noch deutlich gegliedert, — und die ausschließlich tropischen Geißelskorpione oder Skorpionspinnen (Pedipalpi), von denen die Abbildung S. 348 im Tarantel-Skorpion eine Vorstellung geben mag. Die ganz allmähliche Abnahme der Leibesgliederung läßt sich sogar bis in die Reihe der echten Spinnen selbst hinein verfolgen, wo bei der Gattung Liphistium, die auf eine kleine Insel bei der Halbinsel Malakka beschränkt ist, noch ein deutlicher Rest der Gliederung erhalten ist. An diese Grenze, da Geißelskorpione, Weberknechte und die echten Liphistiden-Spinnen sich schieben, führen nun auch unverkennbar die Spinnenreste aus dem Karbon. Die anbei abgebildete Protolycosa wird von Thorell als echte Liphistide beschrieben. Eine ziemlich große Geralinura von Böhmen ist ein echter Geißelskorpion. Der dickleibige Eophrynus Prestvicii endlich hierneben bildet eine besondere, heute gänzlich ausgestorbene Mischordnung (Anthracomarti), die sehr gut als Ergänzung zu den anderen paßt.

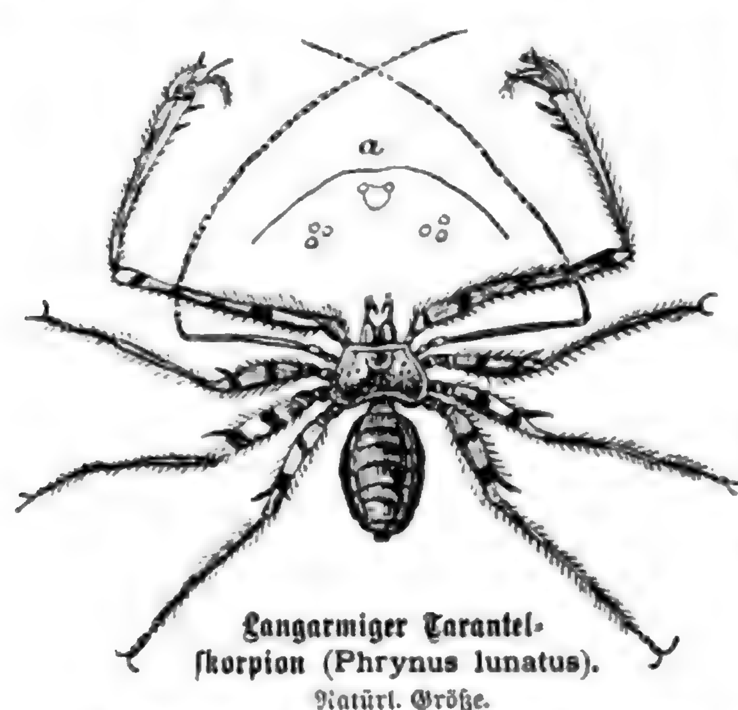


Spinnenartige Tiere aus der Steinkohlen-Zeit.
Links der Eophrynus Prestvicii aus der englischen Steinkohle, der die heute gänzlich ausgestorbene Ordnung der Anthracomarti vertritt, die zwischen Bücher-Skorpion, echtem Skorpion, Geißel-Skorpion, Weberknecht und Spinne eine vermittelnde Stellung einnimmt. Rechts die Protolycosa anthracophila von Myslowitz in Oberschlesien, — eine echte Spinne, die aber noch einen gegliederten Hinterleib besitzt und deshalb von allen lebenden Spinnen nur mit der Gattung Liphistium von Malakka verglichen werden kann. (Das Bild links natürl. Größe nach Woodward, rechts ebenso nach F. Römer.)

Von einer großen Eintagsfliege (also einem echten Insekt) haben wir oben schon im Devon gehört. Dieses leichte Volk fehlt auch im Karbon und Perm nicht, wie denn überhaupt die flatternde Insektenwelt hier offenbar schon ihrer späteren starken Entfaltung rapid entgegenwächst. Neben zahlreichen Tieren, die sich aufs engste unseren allbekannten Küchenschaben oder Kakerlaken (im Volk meist für Käfer gehalten, in Wirklichkeit Orthopteren, also den Grillen und Heuschrecken nahestehende Insekten!) anschließen, erscheinen gewaltige Phasmiden (Gespenstheuschrecken). Wir sind diesen grotesken Geschöpfen schon S. 118 ff. bei Gelegenheit ihrer schier unglaublichen Anpassungsfähigkeit zu Schutzzwecken (Mimicry) begegnet, und dieser Gabe, trockene Blätter bis zur vollkommenen Täuschung nachzuahmen, mögen sie es wohl auch verdanken, daß sie von der uralten Steinkohlenzeit bis auf diesen Tag sich einer so

ungestörten Entfaltung erfreuen durften. (Bild S. 349, wozu die Tafel „Gespenstheuschrecken und Fangheuschrecken“ gegenüber S. 118 zu vergleichen ist.)

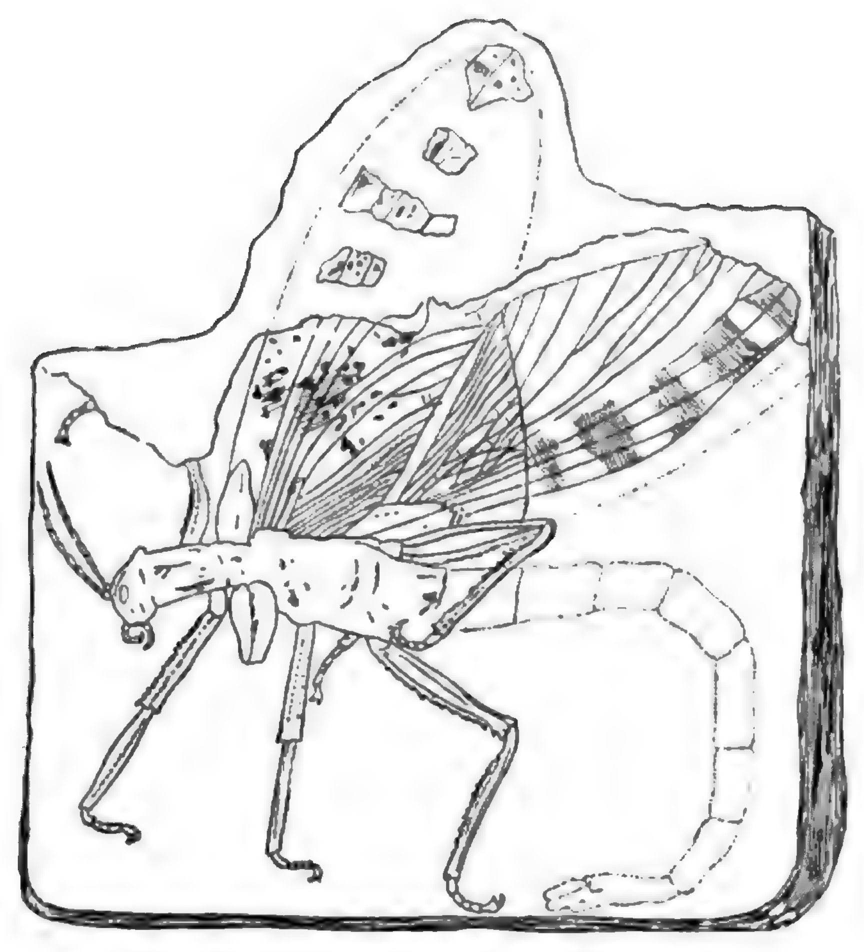
Von den beiden höchsten Insektengruppen, den Schmetterlingen und Käfern, scheint die letztere bereits für das Karbon nachgewiesen zu sein, sogar die Bohrlöcher gewisser Holzkäfer lassen sich noch im verkohlten Holz erkennen. (Bild S. 349.) Die Schmetterlinge aber fehlen. Und kein Wunder! Denn nach allem, was wir oben von den Pflanzen dieser Forste gehört, fehlte ja noch die wichtigste Lebensbedingung des Schmetterlings: es fehlten die höheren Blütenpflanzen (Angiospermen). Wer will sich einen Abendschwärmer mit seinem Riesenrüssel wie etwa unseren Totenkopf vorstellen als Besucher blumenloser Farnkräuter oder selbst einer Tanne oder Cypresse? Nicht ganz mit Unrecht hat die Dichterphantasie oft den Falter eine losgerissene Blüte genannt. Zum mindesten sind beide unzertrennbar in ihrer Existenz. Die Blütenpflanze würde allmählich verkommen ohne das Insekt, das die Befruchtung vermittelt — der Hergang ist oben S. 143 ff. geschildert —, das Insekt aber würde umgekehrt nicht nur in der nächsten, sondern schon in dieser Generation eingehen ohne die Blüte. Eine der niedlichsten Anpassungen der Natur liegt uns hier vor, — eine von denen, wo durchweg jeder Teil vom andern gleichen Nutzen hat. Sie ist aber im paläozoischen Zeitalter, an dessen Ende wir stehen, wenigstens in den uns bisher bekannten Gegenden der Erde noch nicht möglich gewesen und gehört zu den zahlreichen Glanzleistungen der Sekundär-Zeit.



Langarmiger Tarantelskorpion (Phrynus lunatus).
Natürl. Größe.
a Augenstellung von der Hinteransicht (vergrößert).

Neben den Amphibien, Reptilien, Skorpionen, Spinnen und Insekten belebten den Sumpfwald und seine Moorwässer die ersten lungenatmenden Schnecken (Zonites, Pupa), — abermals ein Zeugnis für einen bis zur direkten Luftatmung emporgestiegenen Tierstamm.

Im ganzen kann man sagen, daß der Besucher eines dieser alten, seltsamen Farngehölze, in denen man wohl wie im heutigen Spreewald nur mit Hilfe eines Bootes seinen Weg hätte finden können, weniger durch



Eine Gespenstheuschrecke der Steinkohlen-Zeit.

Die dargestellte Art, Protophasma Dumasii von Commantry in Frankreich, gehört zur Familie der Protophasmidae, die ihre heute lebenden nächsten Verwandten in den S. 118 abgebildeten grotesken Gespenstheuschrecken (Phasmidae) besitzen. Das Original weist die doppelte Größe, das Tier muß also ein wahrer Koloß unter den Heuschrecken gewesen sein.

die Tierwelt als durch die Vegetation die Empfindung einer der heutigen gänzlich fremden Zeit erhalten haben würde. In der folgenden Erdepoche sollte sich das fundamental ändern. Während die Pflanzenwelt sich unaufhaltsam der gegenwärtigen näherte, beschrieb die Tierwelt im Reich der höheren Wirbeltiere grade in der Folge noch die seltsamsten Zickzackpfade, die ganzen Zeiten den Charakter des Absonderlichen aufdrängten.



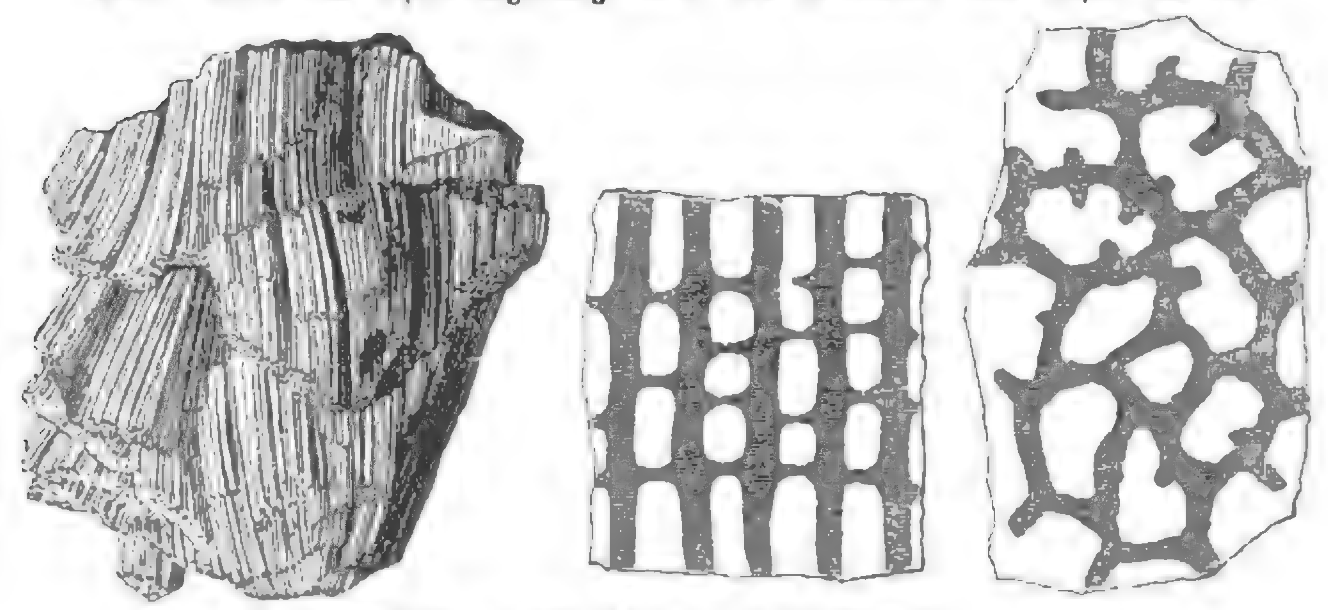
Bohrlöcher von Insekten in einem verkohlten Holzstück der Steinkohlen-Zeit

von Autun in Frankreich.

Die Art dieser Löcher hat auf die Vermutung geführt, daß es sich um einen Käfer aus unserer lebenden Familie der Bostrychidae (Borkenkäfer), und zwar die bei uns massenhaft in Eichen bohrende Gattung Hylesinus (Eichenbastkäfer) handle, die in der That noch heute grade solche Löcher erzeugt. Reste des Käfers selbst sind bisher nichts gefunden worden. (Nach Brongniart.)

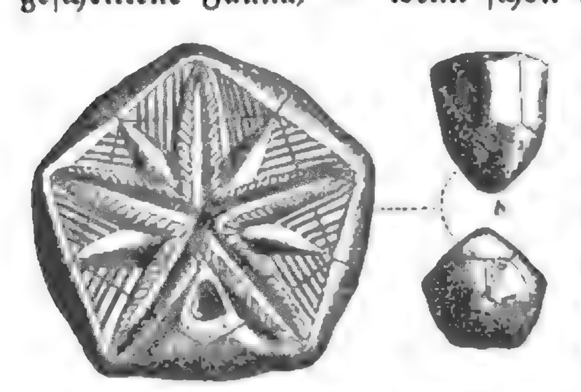
Oben schon ist gesagt, daß die Epoche, die wir besprochen, nicht der einer ausschließlichen Landentfaltung entspricht. Wie einst an die devonischen Festländer im Hintergrunde der old red-Becken, so brandete auch an die riffumgürteten

Kontinente und Inseln der Karbon- und Permzeit draußen, fern von den Binnenwäldern, die das produktive Steinkohlengebirge lieferten, die offene See. Bald als Uferablagerung, bald als Sediment des tiefen Oceans



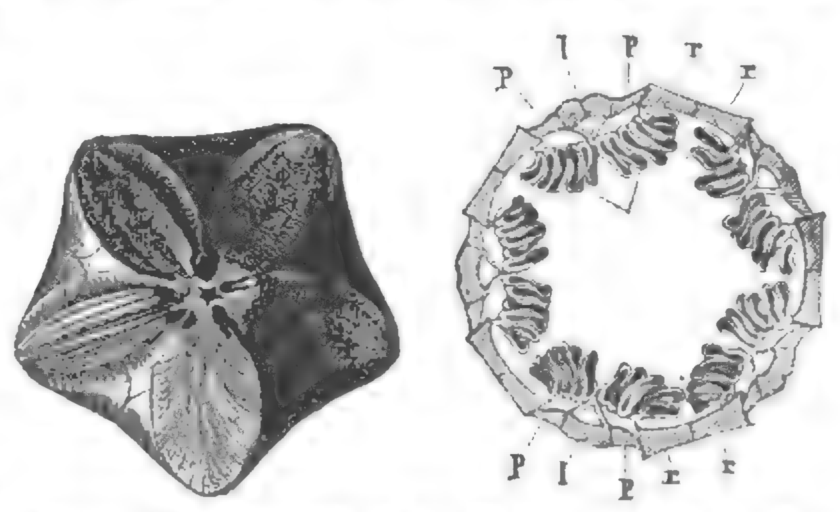
Reste von Tierstöcken der Steinkohlen-Zeit,
die im Kohlenkalk von Moskau ganze Schichten bilden, ohne daß ihre Natur bisher sicher ergründet ist. Sie werden von vielen Forschern für Korallenstöcke gehalten, von andern für solche der wurmähnlichen Moostiere (Bryozoen; vergl. d. Bild S. 280). Die dargestellte Art ist Chaetetes radians; links ein Fragment eines fast kopfgroßen Stockes; rechts ein Querschnitt, in der Mitte ein Längsschnitt, beide stark vergrößert. (Nach Nicholson.)

treten uns mächtige, gleichzeitig abgesetzte Gesteinsschichten entgegen, die ihre besondere Lebewelt umschließen gleich dem Devonkalke der Eifel. Naturgemäß ist es eine über die Meeresfauna des Devon etwas vorgeschrittene Fauna, — wenn schon auch — bei mangelnder Anregung — nicht grade eine allzuweit von jener entfernte. Abermals begegnen uns da enorme Korallenriffe, — der ganze Kohlenkalk (vergl. S. 304) besteht stellenweise aus solchen. Im Perm besonders gesellen sich zu ihnen ähnlich riesige Riffe, die jenen (S. 278) erwähnten Bryozoen oder Moostierchen ihre Entstehung verdanken. In Thüringen z. B. bei Neustadt an der Orla und nördlich von Ruhla, erheben sich solche Bryozoen-Riffe (zumeist aus den Gerüsten der Gattungen Fenestella, Acanthocladia u. a. gebildet) noch heute als oben abgeplattete, 30 bis 40 m hohe Kegel über das Thalgelände und erzeugen mit ihrem Waldkranz und ihren Burgruinen einen besonderen Reizpunkt der Landschaft. Wie einst die Graptolithen den Cölenteraten, so schließen sich rätselhafte Formen,



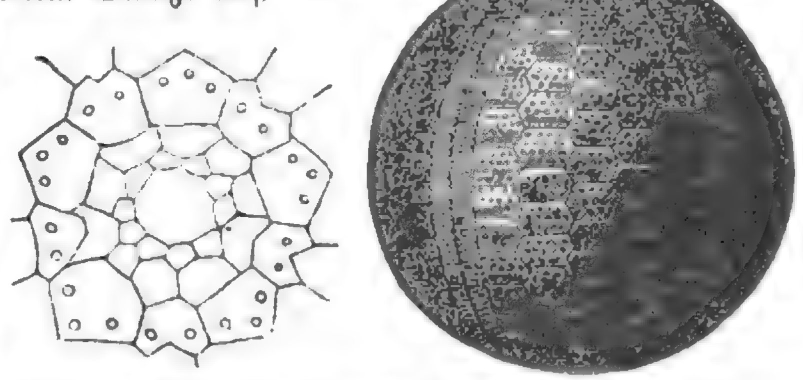
Eine Cystoidee (den Seelilien ähnliches Tier) der Steinkohlen-Zeit.
Die dargestellte Art ist Codonaster acutus. Links sieht man den Kelch vergrößert von oben, rechts in natürlicher Größe von der Seite und von unten.

die doch auch ganze Schichten bilden, lose ihnen an: die Chätetiden, die vorläufig noch genauerer Deutung harren und von andern Autoren den Korallen zugerechnet werden. Wieder in anderer Weise (hauptsächlich im Karbon) setzen zahllose Millionen niedriger, schalenbildender Urtiere, die sogenannten Fusuliniden, die zu den Foraminiferen gehören, enorme Kalkmassen Chinas, Japans, Nord-Amerikas und Rußlands zusammen.

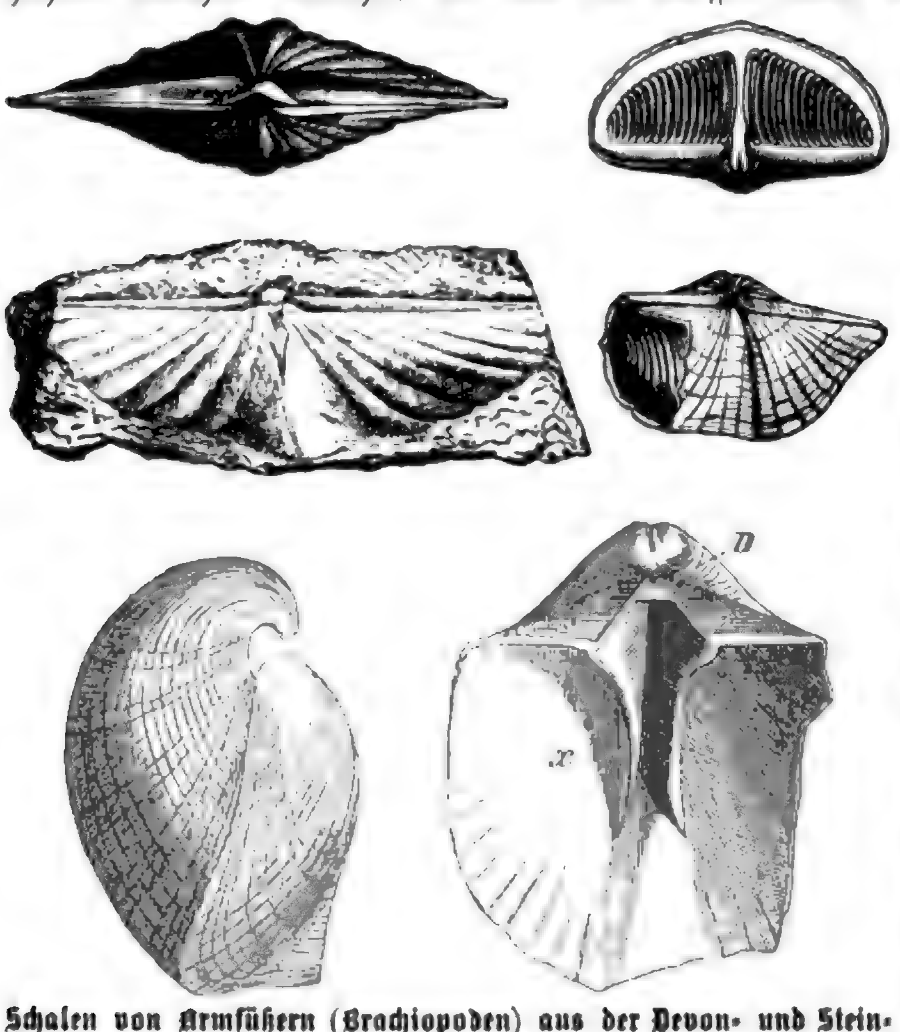


Eine sog. Blastoidee (Tier aus der Verwandtschaft der Seelilien).
Die Blastoideen treten zuerst zu Ende der Silur-Zeit auf, ihre höchste Blüte fällt in die Steinkohlen-Zeit, mit der sie aber auch bereits erlöschen. Die links dargestellte Art ist Pentremites florealis aus dem Kohlenkalk von Illinois. (Vergrößert.) Rechts ist der Kelch horizontal durchschnitten bei Pentremites sulcatus.

Immer weiter und weiter dehnen sich fern von der Brandung die zierlichen Tierwälder der Seelilien. Die Cystoideen (Bild S. 350), die sich ihnen anschlossen, gehen vollständig ein, der Zweig der Blastoideen blüht dagegen im Karbon zu vollem Glanze auf, — einem kurzen Glanze allerdings, da schon im Perm die ganze Gruppe auszuscheiden scheint. Bei den Seeigeln feiern die regulären Palechinoidea ihren Höhepunkt, unser Bild zeigt den typischen Palaëchinus aus dem Kohlenkalk Irlands in natürlicher Größe. Die Brachiopoden weichen in der Masse zurück, — wie einst im Devon bei den Trilobiten, so zeigen sich aber grade jetzt bei ihnen die größten und seltsamsten Formen. Eine der dauerhaften Gattungen aus dem Devon, Spirifer, führt das Bild S. 352 vor; im Silur gab es


Ein Seeigel (Schale eines Tieres aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Steinkohlen-Zeit.
Die dargestellte Art (Palaëchinus elegans aus dem Kohlenkalk von Irland; rechts ganz in natürlicher Größe, links das Scheitelschild vergrößert; nach Bailey) gehört zu der Unterklasse der Palechinoidea, Seeigel, die fast ausschließlich auf die paläozoische Zeit beschränkt geblieben sind und heute keinerlei lebende Vertreter mehr auf der Erde haben. Die Palaëchinus-Arten beginnen schon im oberen Silur. Als die Palechinoidea um die Wende zur mesozoischen Erdperiode erlöschen, werden sie von den normalen Seeigeln ersetzt, die noch heute existieren (Euechinoidea oder Autechinidae).

schon an hundert Spirifer-Arten, im Devon und Karbon über zweihundert. In der Größe ist Productus allen früheren und späteren Brachiopoden über: der Productus giganteus erzeugte Schalen von einem Fuß Breitendurchmesser. Dieselben Produktus-Arten waren zum Teil mit langen, hohlen Stacheln bewehrt, die wie die Waffen eines Seeigels auf den Schalen standen und vielleicht eine ganz besondere Art von Bewegungs- oder Anklammerungsmitteln darstellten. Unter den Muscheln, die sonst wenig Bemerkenswertes bieten, ist die Posidonomya aus der Verwandtschaft unserer Perlmuscheln merkwürdig durch ihre kolossalen, schichtenbildenden Ansammlungen, die auf flache, schlammige Ufer deuten. Jene tintenfischartigen Weichtiere höchster Stufe, die wir im vorigen Kapitel so eingehend betrachtet haben, näherten sich demselben Posidonomya-Strande offenbar in großen Scharen, wobei die hier abgebildete Ammonitidenform der Goniatiten überwog.



Schalen von Armfüßern (Brachiopoden) aus der Devon- und Steinkohlen-Zeit.

Über die Natur der Brachiopoden, die mit den Muscheln nichts zu thun haben, vergl. die Erklärung zu dem Bilde S. 279. Sämtliche hier dargestellten Formen gehören der heute gänzlich ausgestorbenen Gattung Spirifer an. Links oben S. speciosus aus dem Devon von Gerolstein in der Eifel, darunter S. macropterus (der Steinkern, d. i. der innere Ausguß); darunter S. Mosquensis aus dem Kohlenkalk von Moskau; rechts neben dem letzteren die Innenseite seiner großen Schale; darüber S. bisulcatus aus dem Kohlenkalk von Derbishire in England, $^1/_2$ natürl. Größe; oben rechts S. striatus aus dem Kohlenkalk von Irland, $^1/_2$ natürl. Größe, mit dem inneren Gerüst.

Bei den Krebsen schwindet mehr und mehr der Typus der ältesten Zeit. Eine einzige Trilobiten-Gattung (Phillipsia) nur ist als letzter Mohikaner eines so ruhmreichen Geschlechts noch erhalten. Dafür tummeln sich bereits Formen im Wasser, die unserm Auge schon wohl vertraut sind,

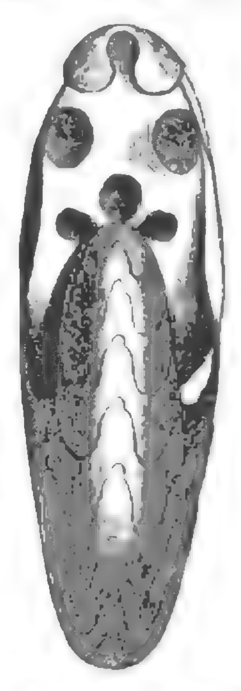
dem Hummer ähnliche Langschwänze, denen die ganze Folge der Zeiten nicht allzuviel Neues mehr hinzuzufügen wußte. Damit es aber dem Gesamtbilde doch nicht ganz an etwas Befremdlichem auch für diese Ecke fehle, ist uns bereits vor Jahren im Kulmschiefer des Geistlichen Berges bei Herborn in Nassau ein einziges Exemplar eines Krebsleins überliefert worden, das noch heute jeder Einordnung in das System der Kruster spottet: des Bostrichopus antiquus, dessen Beschreibung am besten das Bild S. 354 giebt. „Kein zweites Exemplar dieses wunderbaren Tieres," sagt Neumayr, „ist seither wieder vorgekommen, und wir hätten keine Ahnung von der Existenz eines solchen Typus, wenn nicht zufällig ein verständnisvoller Sammler an jenem Tage und zu jener Stunde die eine Schieferplatte unter Tausenden aufgegriffen hätte. Es giebt nur wenige Beispiele, welche uns in so eindringlicher Weise über die Unvollständigkeit unserer Kenntnis der alten Faunen belehren wie dieses. Wie viele gleich merkwürdige Typen mögen noch unentdeckt im Schoße der Berge ruhen, wie viele



Eine Muschel aus der Steinkohlen-Zeit.

Die dargestellte Art (Posidonomya Becheri aus dem Kulmschiefer von Herborn in Nassau; natürl. Größe) gehört zu den charakteristischen Versteinerungen der unteren Kohlen-Formation (Kulm). Sie gehört zur Familie der Aviculinae, zu der auch unsere heutige Perlmuschel (Avicula) zählt. Die Posidonomya-Arten füllen bisweilen ganze Schichten, besonders auch im Jura (Posidonomyenschiefer). Man kennt eine größere Anzahl fossile Arten, dagegen keine lebenden.



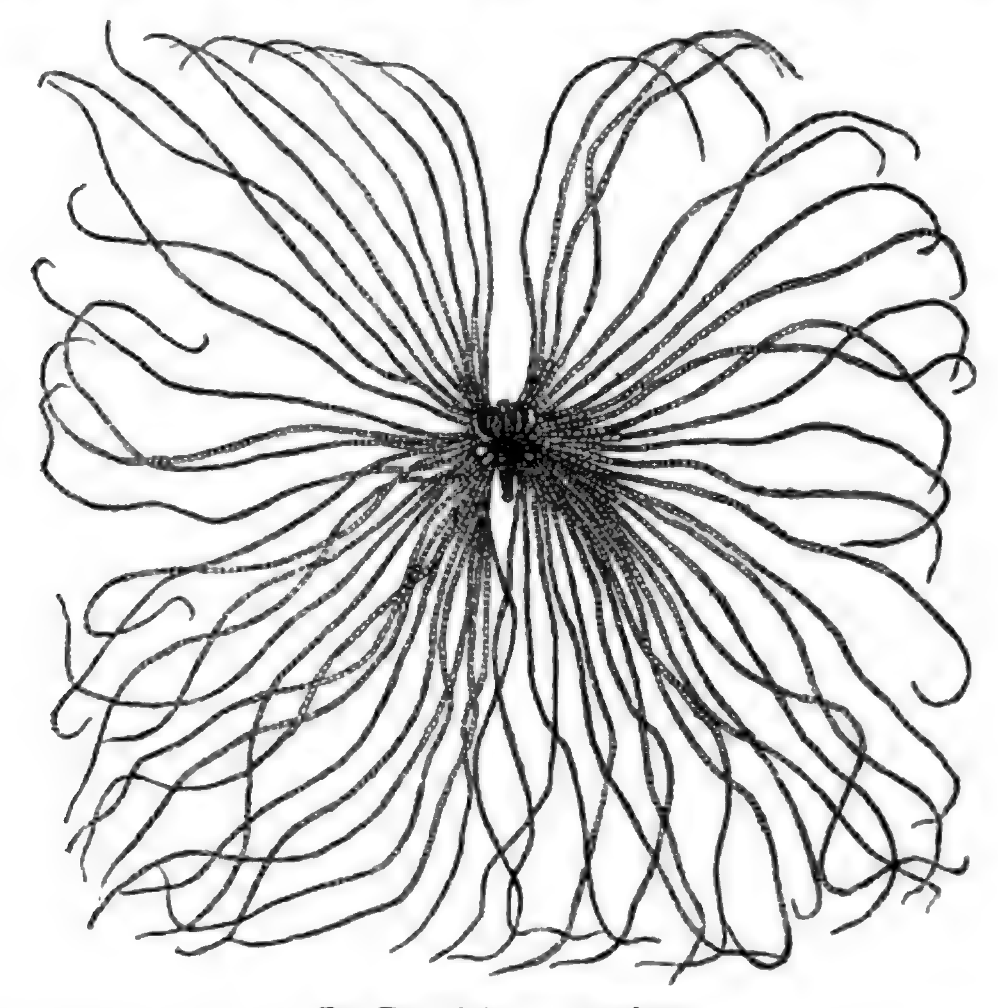


Ein Ammonshorn (Schale eines zur Verwandtschaft der Tintenfische gehörigen Tieres) der Steinkohlen-Zeit.

Die dargestellte Art (Goniatites rotatorius aus dem belgischen Kohlenkalk, von der Seite und von vorne gesehen, stark vergrößert) gehört zu der für die paläozoische Zeit charakteristischen Familie der Goniatitidae.

derartige Unika mögen durch Verwitterung zerstört, zum Baue, zur Straßenbeschotterung verwendet oder in den Kalkofen gewandert sein, bis einmal eins zur Kenntnis der Wissenschaft gelangt.“

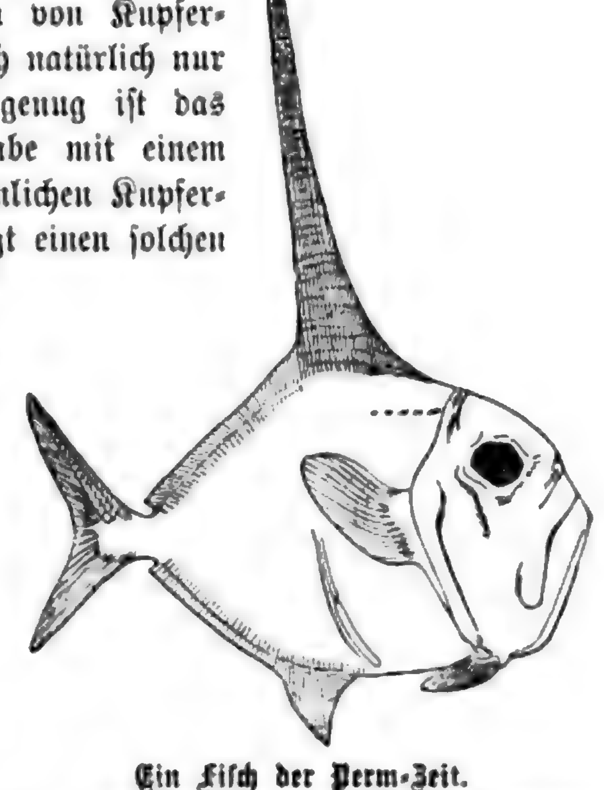
Über die echten Seefische des Karbon und Perm ist wenig zu sagen. obwohl einmal, im Perm, gradezu unerschöpfliche Fischmassen an einem Ort beisammen liegen. Es ist das im Kupferschiefer (vergl. S. 336), derselben



Der Bostrichopus antiquus,
ein rätselhafter Krebs aus dem Kulm des Geistlichen Berges bei Herborn in Nassau. (Wenig vergrößert.)
Die vier Beinpaare des Tieres zerteilen sich in etwa 60 haardünne Fortsätze, wie es ähnlich bei keinem lebenden Tiere vorkommt. Die Deutung als Krebs ist nicht absolut sicher, — jedenfalls hat man es mit einem der merkwürdigsten Tiere der ganzen Steinkohlenzeit zu thun. Das abgebildete Exemplar ist das einzige, das man kennt.
(Vergl. Text S. 353. Das Bild nach Neumayr.)

wertvollen Schicht, die das Erz liefern. Die Art, wie hier zahllose Fische zusammengekrümmt, als seien sie in plötzlichem Krampf erstickt, sich häufen, der außergewöhnliche Erhaltungszustand, der sich z. B. in der ungestörten Lage der Gehörsteinchen, die sonst mit zuerst verloren gehen, wenn das Tier frei verwest, äußert, haben zu der Hypothese geführt, daß es sich in diesem Einzelfall wirklich einmal um eine „Katastrophe“ handle, — natürlich nicht einen Cuvier'schen Weltuntergang, wohl aber eine momentane Vergiftung

des ganzen betreffenden Gewässers etwa durch vulkanische Wirkung (z. B. Exhalationen von Kupfer- und Silberchloriden). Es handelt sich natürlich nur um eine Hypothese, aber seltsam genug ist das Zusammentreffen dieser Fischkatakombe mit einem sonst in Sedimentschichten ungewöhnlichen Kupferreichtum immerhin. Unser Bild zeigt einen solchen Kupferfisch, der zu der damals meist verbreiteten Gruppe der Schmelzschupper (Ganoiden) gehört, und zwar grade an der Ecke, wo der Umschwung zu den Knochenfischen sich vollzog.



Ein Fisch der Perm-Zeit.
Die dargestellte Art (Dorypterus Hofmanni, restauriert nach Hancock und Howse), stammt aus dem Kupferschiefer von Eisleben. Sie gehört einer schon früh gänzlich ausgestorbenen Gattung an, die die Merkmale der Ganoiden (Störe u. a.) mit denen der echten Knochenfische vereinigt.

Unsere Wanderung durch den Farnforst der Karbon- und Perm-Zeit muß, ehe sie dieses merkwürdige Landschaftsbild verläßt, noch einmal Halt machen. Es gilt, eine Reihe von Erscheinungen ursächlich zu verknüpfen und in das Gesamtbild einzugliedern, die ihresgleichen in der ganzen Erdgeschichte suchen. Erst in jüngster Zeit erkannt, bilden sie ein vielbewegtes Kampfobjekt der Gelehrten. Gleichwohl darf auch eine Darstellung, die nur die allgemeinen Resultate der geologischen Wissenschaft zu sammeln bestrebt ist, nicht mehr achtlos an ihnen vorübergehen. Um es mit einem Wort zu bezeichnen, so handelt es sich um das Problem einer Eiszeit innerhalb der Karbon- und Perm-Zeit. Dem Leser wird das Wort Eiszeit kein ganz fremder Begriff sein. Er wird gelegentlich gehört haben, daß in einer verhältnismäßig nicht so sehr weit abliegenden Epoche der Erdgeschichte Europa zum größten Teil mit gewaltigen Gletschern überzogen war, die ihm das Ansehen etwa des heutigen Grönland gaben. Am Fuße dieser Gletscher lebten rotwollige Mammut-Elefanten, auf die bereits von Menschen Jagd gemacht wurde, — Menschen, die in Höhlen hausten und eine ganz niedrige, den heutigen Eskimostämmen etwa entsprechende Kultur besaßen. In diesem allgemeinen Umriß ist das Bild heute bereits weit verbreitet. Wir werden gegen Ende dieses Bandes im ausführlichen Zusammenhang diese eigentliche „Eiszeit“ noch viel näher kennen lernen. Zahllose Hypothesen sind aufgestellt worden, sie zu erklären, — sie werden uns dort begegnen. Für den Fleck, an dem wir im Augenblick stehen, ist aber etwas anderes nötig. Der Leser muß sich den Gedanken vertraut

machen, daß es auf der Erde nicht bloß „die“ Eiszeit gegeben habe (nämlich die bekannte zwischen der Tertiär-Zeit und der Gegenwart), sondern daß möglicherweise ähnliche vorübergehende Vergletscherungen ganzer Länder oder gar Erdhälften schon in früheren Erdepochen stattgefunden haben könnten. Und zwar glauben namhafte Geologen, daß eine solche uralte Eiszeit in die Karbon- und Perm-Zeit falle. Betrachten wir die höchst verwickelte Sachlage etwas näher.

Die Enträtselung der Steinkohlenlager hat uns oben unwillkürlich schon ein Stück dem Problem entgegengeführt, wie die allgemeinen physischen Existenzbedingungen im Karbon beschaffen gewesen seien. Es giebt aber da noch vielerlei Fragen, die zum Teil die widersprechendsten Lösungen erfahren haben. So hat man sich lange über den Zustand der Atmosphäre in jenen Tagen gestritten. Die Luft der Steinkohlenzeit sollte sich fundamental von der heutigen durch ihren unvergleichlich viel größeren Gehalt an Kohlensäure unterschieden haben. Man ging dabei von der an sich richtigen Thatsache aus, daß die gesamten Kohlenmassen, die heute in den Flötzen aufgespeichert liegen, thatsächlich ja durch den Atmungsprozeß der betreffenden Pflanzen voreinst einmal gleichsam direkt der Luft entzogen worden sind. Man rechnete aus, daß die Atmosphäre vor dieser ungeheuren Abzapfung der in die Flötze eingesargten Kohlensäure mindestens sechs mal so reich an Kohlensäure gewesen sein müsse, als sie es nachher war. So malte man sich das Bild aus einer ewig trüben Dämmerluft, in der die Sonne selbst um Mittag wie eine scharfe rote Kugel gestanden haben sollte, und wenn der Paläontologe im Farnwald grade lichtscheue Dämmerungskerfe wie Skorpione, Tausendfüßer und Kakerlaken nachwies, so sollte das nur ein Belag für den damaligen permanenten Dämmerungszustand sein.

Es kann als eine kritische Errungenschaft der neueren Forschung bezeichnet werden, daß sie diese Anschauungen als vollkommen unbewiesen, ja im Detail vielfach direkt unmöglich dargethan hat. Den zoologischen Hilfsbeweis wird der Leser selbst beurteilen können, wenn er sich erinnert, wie neben Skorpionen und Kakerlaken im selben Karbon schon riesige Gespenstheuschrecken vorkommen, die, wenn denn Analogie des Lebenden mitsprechen soll, sicherlich ausgesprochenste Licht- und Tagtiere waren. Die Botanik, die zum Gedeihen einer Pflanze, wie z. B. ein Farnbaum sie darstellt, vor allem Licht verlangt, widerspricht ebenfalls. Der Chemiker weist nach, daß bei einem Kohlensäuregehalt der Luft von der angesetzten Höhe kalkige Absonderungen sofort wieder hätten zerstört oder von Beginn an gehindert werden müssen, — thatsächlich liegen aber mächtige Kalkschichten in offenbar ungestörter Entfaltung aus der Zeit vor. Und so darf denn der Geologe auch endlich mit dem Zweifel sich hervorwagen, ob denn von seiner Seite aus wirklich die Hypothese so unumgänglich sei.

Wie schon früher in diesem Buche (Band I S. 561 ff.) im Anschluß an die grundlegenden Zusammenstellungen Neumayrs dargethan worden ist, scheint ein ganz bestimmtes Verhältnis im Erdhaushalte zu bestehen zwischen der Entziehung von Kohlensäure in unserer Atmosphäre und der Neubereicherung auf Grund der dem Erdinnern (z. B. bei den Vulkanen) entströmenden Gase. Es ist nun nichts nötig, als der Karbonzeit die entsprechende Länge zu geben, um selbst ihre kolossalen Kohlensäure-Entziehungen sich in völligem Gleichtakt zu denken mit den noch heute vorhandenen Neubereicherungen vom Erdinnern her, — womit jede absolute Änderung des Prozentsatzes der Kohlensäure in der karbonischen Atmosphäre hinfällig werden kann. Die Länge der Karbonzeit aber wird man von selbst, je genauer die Forschung wird, immer mehr zu dehnen genötigt, so daß, wenn schon einmal eine etwas vage Annahme in die Beweiskette eingeschaltet werden soll, diese jedenfalls die ungefährlichste ist.

Mit dem Fall der Atmosphären-Hypothese scheidet bereits eins der stärksten Argumente aus, mit denen man die physischen Verhältnisse der späteren Erdepochen von denen der paläozoischen Periode scharf sondern wollte. Nicht ganz so einfach liegen die Dinge bei einem zweiten Punkt: der Frage nach den Wärmeverhältnissen in der Steinkohlenzeit. Der Leser wird wohl ein ungefähres Bild davon haben, wie heute die Temperatur auf der Erde geregelt ist. Der entscheidende Faktor in der ganzen Temperaturfrage ist bekanntlich die Sonne, während die innere Wärme der Erdkugel selbst, von der im ersten Bande weitläufig gehandelt ist, nicht einmal hinreicht, die Polarländer vor einer dauernden Vereisung zu schützen. Die Frage drängt sich aber unwillkürlich auf, ob dieser heutige Zustand auch maßgebend sei für die Vergangenheit.

Wir haben früher gesehen, wie gewisse Gründe dafür zu sprechen scheinen, daß die Erde sich aus einem ursprünglich heißflüssigen Zustande erst allmählich zu der oberflächlich ganz abgekühlten Kugel von heute entwickelt habe. Wäre es nicht denkbar, daß dieser Prozeß in seinen letzten Ausläufern noch in die organische Entwickelungsepoche der Erdgeschichte merkbar eingriffe, — derart, daß wir, je weiter wir rückwärts gehen, immer mehr doch noch rege Anteilnahme der Erdwärme selbst an der Temperaturregelung der Erdoberfläche gewahrten?

Da die Annahme eines der Rinde noch heute relativ nahen Glutherdes im Erdball viel älter in der Geschichte der Geologie ist als die planmäßige Durchforschung der alten Gesteinsablagerungen selbst, so hat man schon früh wirklich diesen Gedankengang gradezu zu einem geologischen Dogma erhoben. Man malte sich aus, daß die heutigen stark ausgeprägten, in der Sonnenstrahlung und der schiefen Stellung der Erdachse begründeten Zonenunterschiede erst etwa von der Kreidezeit an langsam sich entwickelt hätten. Bis dahin sollte auf der ganzen Erde bis an die Pole hinauf ein gleich-

mäßig warmes Klima geherrscht haben, und zwar direkt als Produkt konstanter Heizung von unten. Die äußere Sonnenstrahlung mit ihren Differenzen, die den Äquator so verschwenderisch üppig, die Pole so zum Erfrieren karg bedenkt, sollte vor dieser Innenwirkung ganz in den Hintergrund geraten sein. Physikalische Bedenken, die sich gegen den letzteren Satz wendeten, wurden gern mit jener oben erwähnten Hypothese widerlegt, daß die Atmosphäre in jenen alten Tagen so dick und kohlendunstig gewesen sei, daß die Sonne überhaupt kaum habe durchdringen können. Wir haben gesehen, daß diese Hilfshypothese nicht stichhaltig ist. So bleibt in jener Gedankenkette ein Riß. Das warme Klima des Pols wird gerettet durch eine ungeheuerliche (aus polheizender Erdwärme und äquatorial brennender Sonne addierte) Äquatorhitze, von der nicht zu begreifen ist, wie organisches Leben von einer uns so verwandten Art sie bewältigt haben sollte; und doch liegen organische Reste aus paläozoischer Zeit reichlich in den Äquatorländern! Die einfache Korrektur durch die Thatsachen, die schon im letzteren Punkte hervortritt, ist aber in der Folge noch viel energischer geworden. Wenn die historische Regelung der Oberflächentemperatur der Erde in der angedeuteten Weise abhing von der allmählichen Abnahme der Innenwärme, so müßte beim Verfolgen der Erdgeschichte beispielsweise für uns in Europa Schritt für Schritt ein Umschwung vom alten erdgewärmten Tropenklima zum heutigen, der Sonnenstrahlung entsprechenden gemäßigten Klima nachweisbar sein. Die Thatsachen widersprechen. In der Tertiärzeit herrscht zwar bei uns ein unverkennbar wärmeres Klima, in dem Palmen und Gazellen gedeihen. Zwischen damals und heute aber liegt die große Eiszeit, mit der das Klima Grönlands über Nordeuropa hereinbrach, und gegen die unser gegenwärtiger Zustand eine unverkennbare Temperatur-Erhöhung darstellt. Man mußte, um die Hypothese zu retten, eine gewaltsame, den glatten Lauf der Dinge durchbrechende Außenursache für die Eiszeit annehmen, woran denn (wir werden es später noch sehen) viel Geist verschwendet worden ist, ohne daß irgend ein thatsächlicher Anhalt gefunden worden wäre. Wieder, wie oben bei der Atmosphären-Frage, durfte man sich aber nach dem fragen, ob es denn nötig sei, allgemeine Hypothesen zu erfinden, wenn nachher die Ausnahmen von der angeblichen Regel abermals ein wildes Hypothesenheer entfesseln sollten. Die Physiker, deren gleichzeitig zunehmende Skepsis gegen alles freie Schalten mit „Centralfeuer“, innerem Glutkern und dergleichen mehr im letzten Buch unseres ersten Bandes wohl ausreichend dargelegt ist, gaben von selbst immer bereitwilliger zu, daß ganz und gar nichts im Wege stände, den vollkommenen Abkühlungsprozeß der Erdrinde in so entlegene Zeiten zu verlegen, daß die relativ kleine Spanne von der paläozoischen Erdperiode bis auf unseren Tag gar nicht dafür in Betracht käme. Und so hätte man denn den ganzen Ideengang wohl schließlich in die Rumpelkammer geworfen, wäre nicht doch eine That-

sache im Laufe neuerer geologischer Forschung ans Licht gekommen, die, obwohl von neuem Wege aus, anscheinend unmittelbar wieder auf etwas Ähnliches oder Gleiches hinleitete.

Die Eiszeit bewies, daß der stete Gang irdischer Temperaturannahme nicht in der angenommenen Weise bestand. Gut. Aber damit war, soweit man auch entgegenkam, noch in keiner Weise klargestellt, warum trotzdem vor der Eiszeit das Klima selbst der dem Pol nahen Länder ein wärmeres als heute gewesen war. Der Beweise für diese Thatsache glaubte man ganz sicher zu sein. Und zwar exemplifizierte man mit Liebhaberei an der Steinkohlenzeit — womit der Punkt gegeben ist, der eine Besprechung dieser Dinge grade im vorliegenden Kapitel rechtfertigt.

Bei Betrachtung unserer Farbtafel „Wald aus der Steinkohlenzeit“ wird man auf den ersten Anblick in der That mit Sicherheit schließen, daß es sich um einen Tropenwald handle. Die Baumfarne sind es, die dazu zwingen. Ihre schönen Stämme versetzen in den dunstig heißen Urwald etwa der Schluchten von Ceylon, und wenn wir hören, daß dieser Farnwald des Karbons im heutigen England gegrünt habe, so scheint der Schluß unvermeidlich, daß denn damals also England ein Tropenklima besessen hat. Dieses Tropenklima müßte sogar noch viel weiter nach Norden hinauf sich erstreckt haben. Kohlen mit deutlich erkennbaren Pflanzenresten durchaus ähnlicher Art liegen in Sibirien, auf Nowaja Semlja, Spitzbergen, der Bäreninsel (74° nördl. Br.) und im polaren Nordamerika. Ein schier unglaubliches Bild thut sich auf: der Eispol umgürtet mit einem Kranz üppigen Pflanzengrüns. Eine zoologische Thatsache kommt noch zu Hilfe: jene oben schon erwähnten Korallenriffe, die bereits im Silur bis Beechey Island nahe dem 75. Breitegrad sich erstreckten, — dorthin, wo heute die grausigste Eiswüste den kühnen Forscher anstarrt und der klassische Boden ist jener erschütternden Tragödie der verunglückten Franklin'schen Expedition zur Entdeckung der nordwestlichen Durchfahrt aus den vierziger Jahren unseres Jahrhunderts. Auch Korallenriffe dieser Art sind heute ein Tropentypus, der ein warmes Meer voraussetzt.

Man hat sich — in Anbetracht der allzu seltsamen Thatsache eines polaren Tropenklimas und angeregt durch die allgemeine Skepsis gegenüber jener Erwärmungstheorie, bemüht, die Wucht dieser Argumente nach Kräften zu mildern. Einige der vorgebrachten Einwände im Detail sind in der That schlagend. Daß der Baumfarn und die riffbauende Koralle heute ein heißes Klima voraussetzen, ist kein völlig stichhaltiger Grund, auch ihre paläozoischen Vorfahren unter einer Tropensonne zu denken. Kleine Laubfarne, Bärlappgewächse und Schachtelhalme kommen heute noch bei uns im Norden vor, — könnten nicht ähnlich damals auch die großen Formen sich einer niedrigeren Temperatur angepaßt haben? Es lassen sich sogar eine ganze Reihe Gründe allgemeiner Wahrscheinlichkeit für eine solche Anpassung

anführen. Zunächst giebt es aus alten Zeiten mancherlei heutige Tropentypen mit unverkennbarer Kälteanpassung: das bekannteste Beispiel bieten der Elefant und das Nashorn der Eiszeit, die, mit dickem Wollpelz bedeckt, voreinst die Nadelhölzer Sibiriens abweideten. Sodann giebt es auf der südlichen Halbkugel heute noch an einzelnen Stellen Baumfarne, die sich wenigstens in die gemäßigte Zone hineinwagen. Endlich aber, und das ist das beste Stützmittel, kommt in Betracht, daß zur Karbonzeit die höheren Pflanzen noch ganz fehlten, also im Norden den Farnen keinerlei Konkurrenz machten; daß der Sporenstaub so riesiger Farnwälder, auch wenn sie ursprünglich bloß am Äquator gestanden hätten, weit über die ganze Erde flog; daß es also wirklich nahe lag, daß bei völligem Fortfall eines Kampfes mit anderen, günstigeren Kälteanpassungen aus dem Pflanzenreich die Farne sich auch nach Norden weithin verbreiteten, indem sie sich wenigstens bis zu gewissen Grenzen der sinkenden Temperatur anpaßten. Ähnlich (obwohl nicht so leicht) ließe sich vor den Riffkorallen argumentieren.

Immerhin jedoch, selbst wenn alle diese Einwände genau so gelten sollen, geben sie bloß einen Anhalt dafür, daß die Farnwälder auch in einem gemäßigten Klima bestanden haben könnten. Von da bis zu dem, was die Thatsachen nackt zeigen: ehemalige Existenz von Farnforsten ganz in der Nähe des Pols, wo heute eine Welt von Eis starrt, ist noch ein gewaltiger Schritt. Das bloß gemäßigte Klima hätte ja viel für sich auch schon rein zu Gunsten jener erwähnten Annahme, daß die Steinkohlenflötze sich gebildet hätten nach Analogie unserer Torfmoore. Der Torfbildung, wie wir sie heute sich vollziehen sehen, ist echtes Tropenklima im höchsten Grade ungünstig, da sich in ihm die Pflanzenstoffe zu rasch zersetzen, — sie tritt lediglich in kühlen oder kalten Ländern ein. Aber damit bleibt allemal zum mindesten eine gewisse Temperaturveränderung zwischen Karbon und Jetztzeit in der Rechnung. Und wenn es auf Spitzbergen oder Beechey Island, wo jetzt die Nordpolfahrer einfrieren, damals nur so ausgesehen hat wie heute in der Lüneburger Heide, so macht das schon einen enormen Unterschied.

Eine letzte skeptische Argumentation hat, da um die Thatsache als solche letzten Endes hier nicht mehr herumzukommen war, wenigstens versucht, das damalige mildere Polarklima aus heute noch waltenden meteorologischen Gesetzen ohne Anrufung der inneren Erdwärme zu erklären. Dabei ist eine bisher nicht beachtete Beobachtung herangezogen worden, die als solche gewiß höchstes Interesse verdient. Wir sind heute daran gewöhnt, daß der Nordpol der Erde rings umlagert ist von ungeheuren, ganz oder nahezu kompakten Landmassen, den Kontinenten Asien (mit Europa) und Nordamerika. Obwohl der Sachverhalt oft nicht berücksichtigt wird, ist das Klima in hohem Grade abhängig von solcher zufälligen Oberflächengestaltung. Das Festland zeigt aus ganz

konstanten Ursachen, einerlei, in welcher Zone es nun liegen mag, ein extremeres Klima — heißere Sommer, kältere Winter. Im Norden giebt es im Winter entsprechend die tiefsten Kältegrade überhaupt — wofür das heutige Sibirien das beste Exempel liefert. Grade umgekehrt verhält es sich mit dem Inselklima, das selbst in hohen Breiten sehr viel mildere Winter schafft. Dazu kommt, daß die Nähe des Meeres, vor allem die freie Lage eben einer Insel, die Möglichkeit des Anflutens warmer Wasserströmungen, die vom Äquator nach dem Pol hinaufgehen, eröffnet. Ein guter Fall der Art ist Reykjavik auf Island. Während Jakutsk im Innern des sibirischen Festlandes unter dem 62. Grade nördl. Breite eine mittlere Jahrestemperatur von — 11,2° C. und Winterminima von — 42,8° C. weist, besitzt Reykjavik, das unter 64 Grad, aber auf einer freien Insel im Ocean liegt und sich der Nähe des warmen, von Mexiko heraufkommenden Golfstromes erfreut, über 4 Grad Wärme als Jahresmittel und bloß — 2° als tiefste Wintergrenze. Nichts kann nun in diesem Zusammenhange wichtiger sein als die dem Geologen ziemlich unanfechtbare Thatsache, daß in der Karbon-Zeit der Nordpol **nicht** von zwei geschlossenen Festlandmassen umgeben war, sondern daß die nordischen Länder von damals sich in zahlreiche Inseln zersplitterten. Bis hoch an den Pol hinauf muß entsprechend Inselklima mit milderen Wintern, vielleicht noch geheizt durch frei cirkulierende Wärmeströme, geherrscht haben. Sollte das die Lösung sein? Ich fürchte, daß man auch so noch nicht am Ziel ist. Wohl erklärt sich so noch deutlicher die Möglichkeit eines Ausdauerns der Farnwälder etwa bis Island hinauf. Aber ganz nahe am Pol nützt auch kein Inselklima mehr, — wie denn grade im polaren Nordamerika bei jenem Beechey Island der auch heute dort noch vorhandene Archipelkranz durch Zufrieren des Meeres den größeren Teil des Jahres über zum Kontinent **wird** und als solcher gradezu den einen Kältepol der Erde (vergl. Bd. I S. 359) umschließt. Um das Entscheidende zu retten, wird die Hilfserklärung warmer, gegen den Pol ansteigender Meeresströmungen aufs äußerste getrieben werden müssen, — das Meer bei Spitzbergen und Nowaja Semlja, das polare Nordamerika müßten überquert werden mit paläozoischen Golfströmen — und damit fließt das Ganze im Grunde doch wieder ins große Fahrwasser der willkürlichen Hypothesen ab, die „zum Zweck" erfunden werden.

So scheint es, als wenn der Anhänger der Erderwärmungstheorie schließlich doch noch als Sieger aus dem Zwist hervorgehe, wenn ihm auch die Flügel etwas beschnitten sind. Läßt sich auch das absolute Tropenklima von Pol zu Pol nicht halten, so bleibt doch als seltsame, vorläufig **absolut rätselhafte** Erscheinung das **Vorherrschen eines mindestens gemäßigten Klimas bis gegen den Nordpol hin für die paläozoische Epoche** als Thatsache übrig. Die Freude für die Verteidiger der Lehre

vom gleichmäßigen, milden Klima der ganzen Erde von damals als Folge einer stärkeren Innenheizung ist trotzdem kurz. Denn sehr unerwartet verschiebt sich, nachdem wir am Nordpol so viel Wunderbares, aber der Theorie relativ Günstiges erlebt, das Bild vollkommen, sobald wir die Äquatorlande und die südliche Halbkugel in derselben Zeit ins Auge fassen.

Die Geologie hat bisher fast stets Überraschungen erlebt, wenn es ihr vergönnt war, auf der südlichen Halbkugel Forschungen anzustellen. Die Ergebnisse aus dem Gebiete des Karbons sind aber von allen je dort gewonnenen die allermerkwürdigsten. Wie bekannt, birgt Australien unter den mancherlei Schätzen, die seine Ausbeutung zu einer wichtigen Kulturfrage gemacht haben, auch Kohlen. Diese australischen Kohlenlager sind aber mit der Zeit für die Geologie beinah noch wichtiger geworden als für die Volkswirtschaft und Technik. Es zeigte sich der folgende, anfangs schwer glaubliche Sachverhalt. An unterster Stelle liegen in den australischen Karbon-Ablagerungen flötzführende Schichten, deren Pflanzenreste ganz und gar den auf der nördlichen Halbkugel vorkommenden der Zeit entsprechen: hier wie dort müssen jene charakteristischen Lepidodendren, Sigillarien und Kalamiten den Farnwald zusammengesetzt haben, aus dessen Torfboden schließlich die Flötze hervorgehen sollten. Auf diese unverkennbaren, normalen Schichten aber folgen nach oben Sedimente der vorgeschritteneren Steinkohlen-Zeit mit Resten der seltsamsten Art. Es sind Sedimente, in denen Meeresabsätze mit Landablagerungen in einer Weise abwechseln, die eine gleichzeitige Entstehung beider sicher darthut. Die Meeressedimente enthalten unanzweifelbare Tiere des Karbon, eine echte Kohlenkalk-Fauna, entsprechend der oben aus den nördlichen Karbon-Meeren beschriebenen. Auf dem Festlande der gleichen Zeit aber ist ebenso offenbar eine ganz besondere, im Norden für die echte Kohlenzeit gänzlich unbekannte Flora gewachsen. Keine Spur mehr ist zu sehen von all jenen Lepidodendren, Sigillarien, Kalamiten u. s. w. Dafür zeigen sich neben einigen Nadelhölzern und Farnpalmen (Cykadeen) gewisse ganz besondere Gattungen von Schachtelhalmen (Phyllotheca, Vertebraria) und Laubfarnen (Glossopteris), die man vergebens in jenen nordischen Farnmooren sucht. Man hat für diese eigenartige und abweichende Australflora den Namen Glossopteris-Flora gewählt, der gleich an eine der charakteristischen, dem Norden fremden Pflanzenformen anknüpft.

Obgleich Australien das Phänomen zuerst zeigte, hat man sich doch bald überzeugen müssen, daß die Glossopterisflora nicht auf diesen einen Kreis beschränkt bleibt. Geht man hinüber nach Vorderindien, so bietet sie sich in den Schichten der sogenannten Gondwana-Stufe abermals dar und läßt sich verfolgen bis nach Afghanistan hinein. Abermals entfaltet sie sich unverkennbar im südlichen Afrika. Auch dort, besonders

im Kapland, geht ihr eine echte Lepidodendren-Flora vorauf, während sie selbst gleichsam als deren unvermittelte Nachfolgerin die ältesten Schichten der sogenannten Karroo-Formation erfüllt. Mit dieser Erstreckung rings um den Indischen Ocean herum ist der Glossopteris-Flora bereits eine Ausdehnung von mehr als 60 Breitengraden und etwa 130 Längengraden gegeben. Alle Anzeichen sprechen aber dafür, daß die kranzförmige Anordnung um das heutige indische Meeresbecken keine zufällige ist. Ein ungeheurer Kontinent der Karbon-Zeit taucht in vagem Umriß vor uns auf, — Gondwanaland, wie man ihn nach jenen indischen Schichten getauft hat, — ein Erdteil, der von Afghanistan bis zum Kap, vom Kap bis nach Australien gereicht haben muß und, falls er noch unbegrenzt nach dem Südpol wuchs, eine gewaltigere Landmasse dargestellt haben würde als das heutige Asien. Der Ausdehnung nach dem Südpol hinauf oder wenigstens, in der Weise Asien-Amerikas im Norden, ringförmig um den Pol herum, steht nicht das mindeste Bedenken entgegen, da auch auf der andern Seite, in Süd-Amerika bis tief nach Brasilien herab, Glossopteris-Flora nachweisbar wird. Es ist das an und für sich eine höchst bedeutsame Thatsache, auf die uns so die Glossopteris-Flora aufmerksam macht: während im Norden die Karbon-Zeit nur lose Inselkränze zeigte, erkennen wir die geschlossenen Riesenkontinente der Zeit um den Südpol gelagert, — ein fundamentaler Gegensatz gegen heute, der zweifellos die mannigfachsten klimatischen Differenzen hervorrufen mußte.

Aber der Reiz der Glossopteris-Flora ist damit lange noch nicht erschöpft.

Als isoliertes Phänomen aufgefaßt, würde sie ja nichts beweisen, als daß damals die kontinentreiche Südhalbkugel bis über den Äquator hinaus ihre eigene Flora hatte im Gegensatz zu den Inselländern des Nordens. Aber ein voraufeilender Blick belehrt uns überraschenderweise, daß diese Süd-Flora zwar zu der Nord-Flora des Karbons im Gegensatz steht, daß dagegen in der folgenden sekundären Erdepoche (Trias, Jura, Kreide) unzweideutig Einwanderung der Glossopteris-Flora auch im Norden stattgefunden habe. Ja man darf sagen, daß etwa die europäische Flora der Trias-Zeit (die der Perm-Zeit folgt) jener südlichen des Karbon entspricht. Mit einem Wort: die spätere Sekundärflora scheint sich zuerst auf jenem riesigen Südkontinent entwickelt zu haben. Aus Gondwanaland kam sie nach den Nordländern, um dort dann lange Zeit das Terrain fest zu behaupten.

Hier ist der Punkt, wo man sich unwillkürlich fragt, welche Ursachen treibend erst zur Ausbildung, dann zur Ausbreitung einer dem nordischen Karbon so fremden Pflanzenwelt gewesen sein möchten. Und die Frage drängt sich als naheliegend auf, ob nicht Temperatur-Verhältnisse — Temperatur-Änderungen — im Spiel gewesen sein könnten. So lenkt

die Betrachtung zu dem oben angesponnenen Faden zurück. Es ist zum Glück gesorgt, daß zum mindesten ein Fingerzeig uns wirklich gegeben ist, der nicht nur geringe, sondern gradezu fundamentale Temperaturveränderungen auf jenem kontinentalen Südkomplex für die Steinkohlen-Zeit wahrscheinlich macht.

Es handelt sich um deutliche Spuren einer Temperaturerniedrigung Hand in Hand mit dem Entstehen und Ausstrahlen der Glossopteris-Flora. In jener erwähnten Gondwanastufe Indiens nimmt eine Schichtenfolge besonders das Interesse in Anspruch. Es ist die älteste von allen, die Zone der Talchirschichten. Arm an Spuren einer Flora (die natürlich Glossopterisflora ist), ist sie desto reicher an rein mineralischen Eigentümlichkeiten. Die Talchirschichten bestehen wesentlich aus zartem Thon und feinkörnigem Sandstein. Dazwischen aber liegt ein wildes Gemengsel gänzlich heterogener Gesteine: lose Blöcke, die ihrer Natur nach von weither verschlagen sein müssen, da ähnliches als kompakte Masse nirgendwo ringsum vorkommt. Die Steine gehen von 15—90 cm Durchmesser bis zu 4 m und einem Gewicht von 30 Tonnen. Vielfach ist die Oberfläche eigentümlich gekritzt und geschrammt. Man mag die Dinge deuten und wenden, wie man will: aus heutiger Analogie giebt es nur eine einzige Form, wie eine solche Blockschicht entstehen kann, — Eiswirkung. Wenn wir heute einer gletscherfreien Stelle der Erde ansehen wollen, ob sie einst dauernd vereist gewesen sei, so prüfen wir den Boden und ziehen aus gewissen ewig wiederkehrenden Spuren, die der Gletscher für immer einer Landschaft aufdrückt, einen ganz bestimmten, meist unwiderleglichen Schluß. „Der Gletscher“ so faßt Koken das Wesentliche prägnant zusammen, „der sich in ein bis dahin eisfreies Thal hineindrängt, findet hier den Schutt vor, der aus der Verwitterung der anstehenden Gesteine zum Teil an Ort und Stelle entstanden, zum Teil von den benachbarten Höhen herabgespült oder gestürzt ist. Diese Schuttmasse wird in die Bewegung des wandernden Eises mit hineingezogen und dorthin geschoben, wo das



Ein Blatt der Farngattung Glossopteris (Glossopteris Browniana)
aus Australien.
An das Auftreten der Glossopteris-Flora auf der südlichen Halbkugel hat man die merkwürdigsten Hypothesen über eine südliche Eiszeit innerhalb der Steinkohlenzeit geknüpft.
(Das Bild nach Schenk.)

stärkere Abschmelzen dem Wandern des Eises ein Ende bereitet; die Grundmoräne häuft sich hier in der Form von Stirnmoränen an, welche dem Rande des Eises parallel gelagert sind und wie Maximalthermometer registrieren, wie weit das Gletscherende einstmals vorgedrungen war. Die Grundmoräne wird aber nicht allein dadurch fortgeschoben, daß die Bewegung des Gletschers sich ihr mitteilt, sondern sie friert zum großen Teil mit dem Gletscher zusammen und macht seine Unterseite dadurch zu einer riesigen Raspel, welche überall, wo sie über nackten Felsboden fährt, diesen glättet und mit parallelen der Bewegungsrichtung entsprechenden Schrammen bedeckt. Die Grundmoräne selbst zeichnet sich dadurch aus, daß in einer ungeschichteten, lehmartigen, aus der Zerreibung der weicheren Gesteine entstandenen Masse eine Menge Felsstücke verschiedenster Größe eingebacken sind, welche durch gegenseitige oder durch Reibung an der Unterlage vielfach gekritzt, geschrammt und selbst poliert, häufig kantenbestoßen, aber niemals rundgeschliffen wie Flußgerölle sind." Der ganze Prozeß ist in seinen Wirkungen völlig von dem verschieden, den etwa geröllführendes Flußwasser oder die Meeresbrandung hervorbringen. Wer seine Details einmal studiert hat, kann sich kaum noch täuschen. Und genaue Kenner nun der noch bestehenden Eiswirkungen haben die Talchirschichten aus dem Karbon studiert und sich unzweideutig für Eisspuren in diesen ausgesprochen. Da die Glossopteris-Flora, wie wir gesehen haben, nicht auf die Gondwanastufe Indiens beschränkt ist, lag es nahe, auch an den andern Stellen, wo sie auftritt, nach „Blockschichten" zu suchen. Der Erfolg ist schon heute überraschend. Sie liegen nicht bloß noch in weitester Entfaltung im nördlichen Indien selbst: sie kehren wieder im Kapland in Afrika, in Neusüdwales und Victoria in Australien und in Brasilien in Süd-Amerika. Das giebt denn doch zu denken. War das Gebiet der Glossopterisflora auch das Gebiet einer gewaltigen, zeitweise die ganze Vegetation fast erstickenden Gletscherentfaltung — einer karbonischen Eiszeit? Und war die Glossopterisflora eine aus der echten Lepidodendren- und Sigillarienflora hervorgehende Anpassung an eine große Temperatur-Erniedrigung auf der ganzen südlichen Halbkugel?

Die Hypothese ist in der That in dieser Form aufgestellt worden und hat reichen Anklang gefunden. Die Art, wie man sich die Eisbildung im Bereiche des Gondwana-Kontinentes vorstellen will, unterliegt im engeren wieder der Wahl: so hat man von der einen Seite geglaubt, die Entstehung gewaltiger Gebirge mit tief herabfließenden Gletschern erkläre schon alles, während ganz kühne Köpfe die Glossopterisflora flüchten ließen vor einer echten, grönländische Verhältnisse von heute nachahmenden Gesamtvereisung des Südens. Diese höchst schwankenden Detailkonstruktionen ändern an der Grundthatsache nichts, auf die sich die Haupthypothese stützte. Und diese wird noch wahrscheinlicher, wenn man einen Vorgang ins Auge faßt,

der mit jener erwähnten Überlenkung der Glossopteris-Flora nach der Nordhalbkugel um die Wende zur Sekundärzeit zusammenhängt.

Wenn die Glossopteris-Flora wirklich eine Kälte-Anpassung war und wenn wir hören, daß um die Wende vom Perm zur Trias diese Flora auch den Norden erobert habe, so liegt es nahe genug sich zu denken, daß in der Perm-Zeit allmählich die ganze Erde von der Eiszeit erobert worden sei. Und es fehlt in der That im Rotliegenden von Thüringen und England (also in der Permzeit) nicht an geschrammten Blöcken verdächtigter Art, die recht wohl Eiswirkungen ihre Gestalt und Lage verdanken könnten. In der Tierwelt macht sich für diese ganze Gegend ein Umschwung geltend, der recht wohl dazu passen würde, daß der Ausgang des paläozoischen Zeitalters wirklich der Schauplatz einer (jedenfalls langsam angebahnten, aber im Endeffekt überaus einflußreichen) physischen Wandlung auf der Gesamterde gewesen sei.

Allerdings läßt sich dabei mancherlei im Detail auch wieder anfügen, was vorläufig mit einer Eiszeit allein nicht erklärt ist. So ist zum Beispiel sicher, daß in der Sekundärzeit, als es allen Anzeichen nach abermals sehr viel wärmer im Norden wie Süden geworden war, dennoch die Glossopterisflora keineswegs verschwand und z. B. die in ihr vertretenen Cykadeen (die heute sämtlich Tropenbäume sind!) und Nadelhölzer erst recht eigentlich in Kraft kamen. Das macht neue Anpassungen nötig, was streng genommen allerdings ja keine Forderung des Unmöglichen ist, aber doch zur Vorsicht mahnt.

Wie man sich nun zum einzelnen stellen mag: von einem gleichmäßig warmen Klima der alten Zeit für die ganze Erde kann keinesfalls mehr die Rede sein, und damit fällt die Hypothese von der nivellierenden Innenwärme von selbst dahin. Was als Problem bleibt, sind zwei Punkte. Einmal die Ausdehnung eines mindestens gemäßigten Klimas im echten nordischen Karbon bis über den 70. Breitengrad hinauf. Dann, falls die Blockschichten des Südens richtig gedeutet sind, die gleichzeitige Existenz gewaltiger Eismassen auf der Südkugel, die bis über den Äquator heraufreichten und, möglicherweise, in der Perm-Zeit sogar den Norden eroberten. Für beide Vorgänge fehlt uns vorerst die Ursache. Hypothesen, die besonders die Eiszeit betreffen, wollen wir erst später im Zusammenhang der großen nachtertiären Eiszeit uns ansehen. Abschließend mögen hier nur noch ein paar Worte Neumayrs folgen, die sehr gut die Schwierigkeit des Eiszeitproblems grade angesichts jener Details aus Gondwanaland charakterisieren. „Wäre die Reihenfolge der Erscheinungen die grade entgegengesetzte gewesen, hätten sich die ersten Spuren von Eiswirkung und der Veränderung der Lepidodendren-Flora durch die Glossopteris-Flora in höheren Breiten gezeigt und wären dann erst in späterer Zeit dieselben Vorgänge in den dem Äquator genäherten Gegenden eingetreten, so würde

uns das ganz naturgemäß erscheinen. Wir würden dann folgern, daß in langen Perioden Zeiten warmen mit solchen kalten Klimas auf der Erde wechselten, daß die erste Hälfte der Steinkohlen-Zeit heiß war und später von den Polen her eine Abkühlung erfolgte, die sich dann in die tropische Region fortpflanzte. Könnten wir auch die Ursache dieser Veränderungen nicht angeben, so sähen wir doch, daß sie in gesetzmäßiger und mit den heutigen Gesetzen der Temperaturverbreitung übereinstimmender Weise vor sich gingen. In Wirklichkeit aber ist grade das Gegenteil von dem der Fall, was man logischerweise annehmen sollte. Gewiß liegt es unter diesen Verhältnissen nahe zu vermuten, daß damals die Lage der Pole und der Erdachse eine andere war als heute. Wir wollen hier die Frage gar nicht berühren, ob eine Verlegung, wie sie hier erforderlich wäre, überhaupt mechanisch möglich ist, eine Frage, die von verschiedenen Physikern und Astronomen in sehr verschiedener Weise beantwortet wird; wir wollen für den Augenblick die Möglichkeit als erwiesen annehmen und nur untersuchen, ob denn auf diesem Wege das Rätsel überhaupt einfacher erscheint. Wenn wir die Lage der äußersten Punkte in Betracht ziehen, an welchen die Spuren von Eiswirkung im oberen Karbon beobachtet sind, so finden wir dieselben in der Kapkolonie, im oberen Pandschab, in Indien und im südöstlichen Australien gegeben. Denken wir uns nun den Südpol etwa in die Mitte dieser Extreme gelegt, also ungefähr in den Meridian der Ostküste von Ceylon und in den 20. Grad südl. Breite nach unsern heutigen geographischen Verhältnissen, so würden doch die äußersten Punkte, an denen Eiswirkung bemerkbar wird, 55—60 Grad von diesem Punkte entfernt liegen, also 30—35 Grad von dem damaligen Äquator entfernt. Jede andere Annahme würde noch ungünstigere Verhältnisse ergeben, mit anderen Worten, auch bei dieser Annahme wären die äußersten Punkte zwar auf einer und derselben Seite des Äquators, aber kaum wesentlich weiter von demselben entfernt als heute. Wenn wir nun aber ins Auge fassen, wo unter dieser Voraussetzung der Nordpol gelegen wäre, so finden wir seine Stelle in Mexiko, ungefähr in der Gegend der Stadt Queretaro. Dann wären aber natürlich die nordamerikanischen Kohlenfelder, in denen sich die Lepidodendrenfauna ja erhalten hat, dem Pole sehr nahe, die äußersten Ausläufer derselben wären dann etwa unter 73 Grad nördl. Breite gelegen. Wir erhalten also, wenn wir den Südpol in die für eine Erklärung denkbar günstigste Lage bringen, keine viel einfachere Gruppierung als unter den heutigen Verhältnissen." So weit Neumayr. Die Pol-Hypothese ist durch die Entdeckung von Glossopterisschichten in Brasilien inzwischen vollends unmöglich geworden. Einstweilen mag als Faktum bleiben, daß die vielgestaltige und lehrreiche paläozoische Epoche der Erdgeschichte mit einem großen Rätsel abschließt. Unter den dunklen Schleiern dieses Rätsels vollzieht sich uns vorläufig der Übergang zu dem zweiten großen Kapitel in der Erd-

entwickelung: der Sekundär-Periode oder dem mesozoischen Zeitalter. Dieses Zeitalter, gegliedert in die Gruppen der Trias, des Jura und der Kreide, entrollt ein neues, wunderbares Schauspiel. Nachdem wir im Tierreich überall bereits in der paläozoischen Zeit die wichtigsten Typen angelegt fanden, gewahren wir jetzt im Verlauf einer langen Epoche ein wildes Experimentieren der Natur — zahllose Geschlechter, die aus den angebahnten Grundformen herauswachsen, ohne sich doch halten zu können, — bis dann endlich, um die Wende zur Tertiär-Zeit, eine gewisse Säuberung eintritt, die den Verhältnissen der Gegenwart fortan unaufhaltsam entgegenführt. Weniger bewegt und darum desto steter im Ziel geht daneben die Pflanzenwelt empor. Auf die Gesamtgliederung der Erde fällt ein immer helleres Licht. Das Thatsachenmaterial wird ein überwältigend großes, begünstigt durch die glücklichsten Fundstellen. Aber mit dem Material wachsen auch allenthalben die Fragen, die Debatten und — nur zu oft — die vorerst unlösbaren Rätsel.



Fünftes Buch.

Die Erde als Wohnstätte organischen Lebens

in der

Trias-, Jura- und Kreide-Zeit.

Mesozoische Periode oder Mittelalter der Erdgeschichte.

Die Trias-Formation
und das erste Auftreten der Säugetiere auf der Erde.

In den schwarzen Qualm der Fabrikstadt mußten wir tauchen, um zum grünen Farnwalde der Steinkohlen-Zeit zurückzugelangen. Diesmal schiebt sich ein freundlicheres Bild vor. In die Nähe des schönsten deutschen Stromes sollen wir wandern, des Rheins. Aus der flachen Ebene hebt sich die schlanke Riesennadel des Straßburger Münsters. Vom grünen Berg grüßt die gigantische Ruine des Heidelberger Schlosses. Große Epochen deutscher Kunst stehen da verewigt, an denen keine Folgezeit mehr achtlos vorüberwandern wird. Uns aber fesselt der rote Stein, dem Meisterhand so wunderbare Formen aufgedrückt. Es ist der Sandstein der älteren Trias-Formation. Und in die erhabenen Rhythmen menschlicher Kunst mischt sich mit ihm ein Klang aus uralter Zeit, eine Kunde emsig schaffenden Naturlebens, das lange schon vor dem Auftreten des Menschen auf der Erde sein Werk gethan — ein Werk, dessen sichtbares Erbe eben jene stolzen roten Quadern sind, aus denen der gläubige Sinn der Menge und die Prachtliebe der Fürsten so spät noch himmelhohe Dome, üppig ausgedehnte Schlösser schaffen sollten.

Könnte man die Trias-Formation und ihr Erbe aus der Reihe der erdgeschichtlichen Epochen streichen, so würde ein großer Teil charakteristischer Landschaftsschönheit aus unserem Vaterlande verloren gehen. In gewissem Sinne ist es das Herz Deutschlands, dessen Oberflächengestalt von den Gesteinen der Trias nachdrücklich beherrscht wird. Das Gebiet beginnt auf dem linken Rheinufer, wo eine geschlossene Trias-Masse hoch bei Saarbrücken anhebt und sich dem Strome von fern parallel hinter das krystallinische Massiv der Vogesen schiebt, um schließlich südwärts vor dem Schweizer Jura sein Ende zu finden. Jenseits des Rheins setzt dann von Süd nach Nord aufsteigend eine entsprechende Linie ein, zuerst eng eingekeilt zwischen den krystallinischen Hauptstock des Schwarzwaldes und den Jurastein der Schwäbischen Alp, allmählich aber, etwa in der Breite von Heidelberg und Nürnberg sich erweiternd und nun wirklich in den Kern der deutschen Lande

eintretend, wo zwischen dem Thüringer Wald, dem Harz, dem Weser-Gebirge, dem östlichsten Rande des Rheinischen Schiefergebirges und dem plutonischen Vogelsgebirge die Triasschichten ein breites, von der Weser und ihren Zuflüssen durchströmtes Becken bilden. Mit dem Aufhören der Gebirge und der ungeheuren Verflachung des deutschen Nordlandes gegen Nord- und Ostsee zu erlischt die Macht der Trias als Charaktergestein. Aber man ahnt, daß ihr Verschwinden wahrscheinlich nur ein Absinken in die Tiefe bedeutet. Weit draußen in der Nordsee hat die tobende Flut einen einsamen Triasblock blosgewaschen: die Insel Helgoland. Noch deutlicher aber wird der Prozeß mitten in der märkischen Ebene nahe bei Berlin, in dem Muschelkalkberg von Rüdersdorf, wo inmitten endloser Flächen von Lehm und Sand plötzlich ein echtes Stück Trias sich heraufwölbt, abgekratzt und poliert einst von der Grundmoräne jener kolossalen Gletschermassen, mit denen die späte Eiszeit die ganze norddeutsche Tiefebene überzogen hatte.

Betrachtet man diese deutsche Trias genauer, so zeigt sich schon im äußeren Landschaftsbilde und der Vegetation eine durchgreifende Dreiteilung, die die ganze Formation in drei scharf zu trennende Gesteinstypen enger wieder zerteilt. Oben ist der prachtvolle rote Sandstein erwähnt, der das unschätzbare Baumaterial der Dome zu Straßburg, Freiburg, Worms, Speier und Mainz und zum Heidelberger Schlosse geliefert hat. Er ist geologisch das älteste triasische Gebild, gewöhnlich mit dem Namen des bunten Sandsteines bezeichnet.*) Wo dieser Buntsandstein, durch die

*) Der Name Buntsandstein ist insofern etwas irreführend, als diese unterste Triaslage allerdings auch sehr verschiedenfarbige Sandsteine führt (weiße, gefleckte, braune, grünliche), am bemerkbarsten sich aber doch eben in jenem prachtvoll dunkelroten Stein macht, der das Material der erwähnten rheinischen Bauten geliefert hat, also ungefähr ebenso berechtigt wäre, den Formationsnamen „roter Sandstein" zu führen. Indessen ist dieser Name, wie wir im vorigen Kapitel gesehen haben, von den deutschen Geologen bereits für die untere Lage der Perm-Formation (Rotliegendes) vergeben. Die Engländer, bei denen die Trias eine viel geschlossenere Masse bildet (es fehlt der bei uns eingelagerte marine Muschelkalk) haben unbedenklich auf die ganze Formation die Bezeichnung „Neuer roter Sandstein" (new red sandstone oder kurzweg new red im Gegensatz zu dem old red, alten Roten, des Devon) angewendet. Der Name der im folgenden oben erwähnten deutschen Mittelschicht der Trias, des Muschelkalks, ist ebenfalls insofern nicht besonders instruktiv, als er auf eine ungeheuer reiche Fauna in dieser ganzen Schicht schließen läßt, während in Wahrheit nicht nur hier, sondern überhaupt in der ganzen Trias ein starkes Verarmen der Tierwelt im Gegensatz zur paläozoischen Periode merkbar wird. Der dritte Fachausdruck endlich, der bei der Gliederung der Trias im Detail auftaucht und ihre oberste (jüngste) Schicht bezeichnet, Keuper, ist eine zufällige fränkische Lokalbezeichnung für bunte Thon- und Mergelgesteine. Es geht hier mit den geologischen Schichtnamen, wie sonst auch: sie verdanken allerhand Verlegenheitsausflüchten und Zufälligkeiten ihren Ursprung, entsprechen aber nur in seltensten Fällen der wahren Sachlage, die meist erst ans Licht gekommen ist, als sie längst im Brauch und der Ordnung wegen unentbehrlich waren.



Trias-Landschaft:

Küstenpartie von der Insel Helgoland.

Helgoland bildet den letzten versprengten Nordposten der deutschen Trias-Formation. Das wild zerklüftete Felsufer bietet zugleich ein charakteristisches Beispiel der zernagenden, festlandzerstörenden Rolle der Meeresbrandung dar. Ein ähnlicher typischer Fall ist in Bd. I S. 213 im Bilde der Faraglioni-Klippen von Capri gegeben.

Verwitterung freigelegt, den heutigen Oberflächenboden abgiebt, da herrscht der Wald vor, und zwar vor allem der Eichen- und Fichtenwald; seine Verwitterungsprodukte geben keine brauchbare Ackerkrume her, so daß das Abholzen der Forste zu landwirtschaftlichen Zwecken keinen Gewinn gebracht hätte, — eine Thatsache, die man je nach der Stellungnahme als soziales Unglück für die Besiedler beklagen oder aber aus allgemein gesundheitlichen und aus ästhetischen Gründen als hohen Gewinn preisen mag. Weit zugänglicher für die Feldwirtschaft erweist sich die Trias da, wo ihr Mittelstück, der sogenannte Muschelkalk, offen antritt, wenn schon auch hier die schrofferen Höhen durchweg noch ihren Forst — und diesmal in erster Linie die schönsten Buchenbestände Deutschlands — bewahrt haben. Die oberste, jüngste Schicht endlich, der Keuper, ist die echte Acker- und Gartenschicht, der in Schwaben und Franken das reizvollste Landschaftsbild bei höchstem wirtschaftlichen Nutzen verdankt wird.

Geologisch spiegeln sich in den drei Untergruppen der deutschen Trias unverkennbar deutlich drei Epochen mit wechselndem Stand der Gewässer in diesen Gegenden. Der Buntsandstein macht den Eindruck einer Strandbildung. Ungemein flache, öde Uferstrecken, die das Meer zeitweilig ganz verließ, wandernde Sanddünen, haffartige Isolierung seichter Meeresteile, in denen sich durch langsames Verdampfen Salzpfannen bildeten, die heute in den starken Salzlagern noch bemerkbar werden, — das sind die Bilder, die sich allenthalben aufdrängen. Vielfach wird man an die Verhältnisse an der heutigen Westküste von Schleswig erinnert, wo die nordfriesischen Inseln (Sylt, Föhr, Amrum u. a.) eine Art von Damm dem anbrausenden großen Weltmeer gegenüber bilden und hinter sich, zwischen Inselbarre und Festland, das sogenannte Wattenmeer entstehen lassen, das zur Zeit der Ebbe ein ungeheures, tückisches Schlammgefilde mit weicher Schlick- und Tangdecke und einem Labyrinth vergänglicher Tümpel, Wasserbecken und Abgründe darstellt. Wenn das Wattenmeer von heute schon unheimlich genug ist, so gestaltet sich für jenes alte im Herzen Deutschlands der Anblick vollends grausig, wenn wir im Buntsandstein, dem verhärteten Schlick jener Tage, die Fährten riesiger, froschähnlicher Ungetüme noch abgeprägt finden, die in dieser gespenstischen Sumpfwelt gehaust haben müssen. Im allgemeinen aber ist verständlich, daß auf solchem schwankenden Terrain doch nur relativ wenig organisches Leben sich wohl fühlen konnte und daß diese Strandbildungen einen verarmten Eindruck machen müssen, auch wenn anderswo die Tier- und Pflanzenwelt sehr viel üppiger noch blühte.

Mit dem Muschelkalk stellt sich weit stärker das Bild einer echten marinen Landschaft wieder ein. Das Meer muß sich vertieft haben, und diese Vertiefung erlaubte das Vordringen jener anderswo inzwischen ruhig weiterentwickelten Seetierfauna, wie wir sie in ihren Hauptvertretern im vorigen Kapitel kennen gelernt haben: der Ammonoideen, Seelilien, Haifische u. s. w.

Abermals, mit der Keuper-Zeit, erweitert und rundet sich dann die Landschaft zu einem viel umfassenderen Bilde: das tierbelebte Meer nähert und entfernt sich bald, ohne daß es doch zu so öden Sumpfwüsten käme. Zum erstenmal tritt die Landflora wieder deutlich hervor, die es sogar zu (allerdings technisch unbrauchbaren) Kohlenflötzen, der sogenannten Lettenkohle, bringt. Glückliche Fundstellen ermöglichen plötzlich hier einen Einblick in eine der seltsamsten Wirbeltierwelten, die je auf der Erde existiert haben, und entschädigen für die sonstige faunistische Armut der ganzen Triasformation.

Das hier gebotene Bild paßt nur auf Deutschland. Wir werden später verfolgen, wie seltsam anders diese gleiche Erdepoche sich an anderen Stellen Europas und der übrigen Erdteile darstellt. Zunächst aber wollen wir einen kurzen Rundgang antreten durch unsere deutschen Sammlungen mit Resten triasischen Lebens, um von dieser einen Ecke aus den Faden der Entwickelung vorläufig weiterzuspinnen. Wichtige und höchst merkwürdige Dinge erwarten uns, allerdings viel weniger bei den Pflanzen und niederen Tierstämmen als im Bereich des höchsten organischen Kreises: bei den Wirbeltieren.

In der Pflanzenwelt, wie sie die Lettenkohle zusammensetzt, zeigt sich im allgemeinen zwar die Phase, der wir im Karbon begegnet sind, noch unverkennbar: noch immer verharrt der Stammbaum gewissermaßen an der Ecke, wo die Gymnospermen (Palmfarne und Nadelhölzer) sich von den Prothalluspflanzen, vor allem den farnartigen Gewächsen, loszulösen beginnen. Aber im engeren ist doch der eigentlich karbonische Vegetationstypus völlig verwischt. Die baumförmigen Schachtelhalme, die auch jetzt noch in reicher Entfaltung den Sumpfwald bilden, gehören nicht mehr jenem Riesengeschlecht der Kalamiten an, sondern zählen unmittelbar zu der noch heute allein überlebenden Schachtelhalm-Gattung Equisetum, — wenn sie auch allem heute wachsenden Sumpfkraut der Art in der Höhe und vor allem der Dicke (über 20 cm) noch weit überlegen sind. Die kolossalen Bärlappgewächse, die Lepidodendren und Sigillarien, sind verschwunden, dagegen grünen die gefiederten Laubfarne, die eigentlichen „Farnbäume“, noch immer in außerordentlicher Üppigkeit. Zum erstenmal wirklich landschaftlich bestimmend aber treten jene Cykadeen oder Palmfarne (vergl. Bild S. 315) hervor, in deren Nähe wahrscheinlich die Ausstrahlungsstelle aller höheren Pflanzen im System liegt. Bis zu zehn Meter Höhe erheben sich ihre Stämme aller Orten jetzt und künden einen nahenden gewaltigen Umschwung in der Vegetation an, obwohl ihr Bild immer noch äußerlich viel vom Farnbaume an sich trägt. Mit ihnen sind

die Nadelhölzer ebenfalls zum erstenmal als wirklicher „Wald“ erschienen. Im Umkreis der Vogesen (nach Westen zu) müssen ungeheure Forste teils tannen-, teils cypressenartiger Koniferen damals schon gestanden haben mit



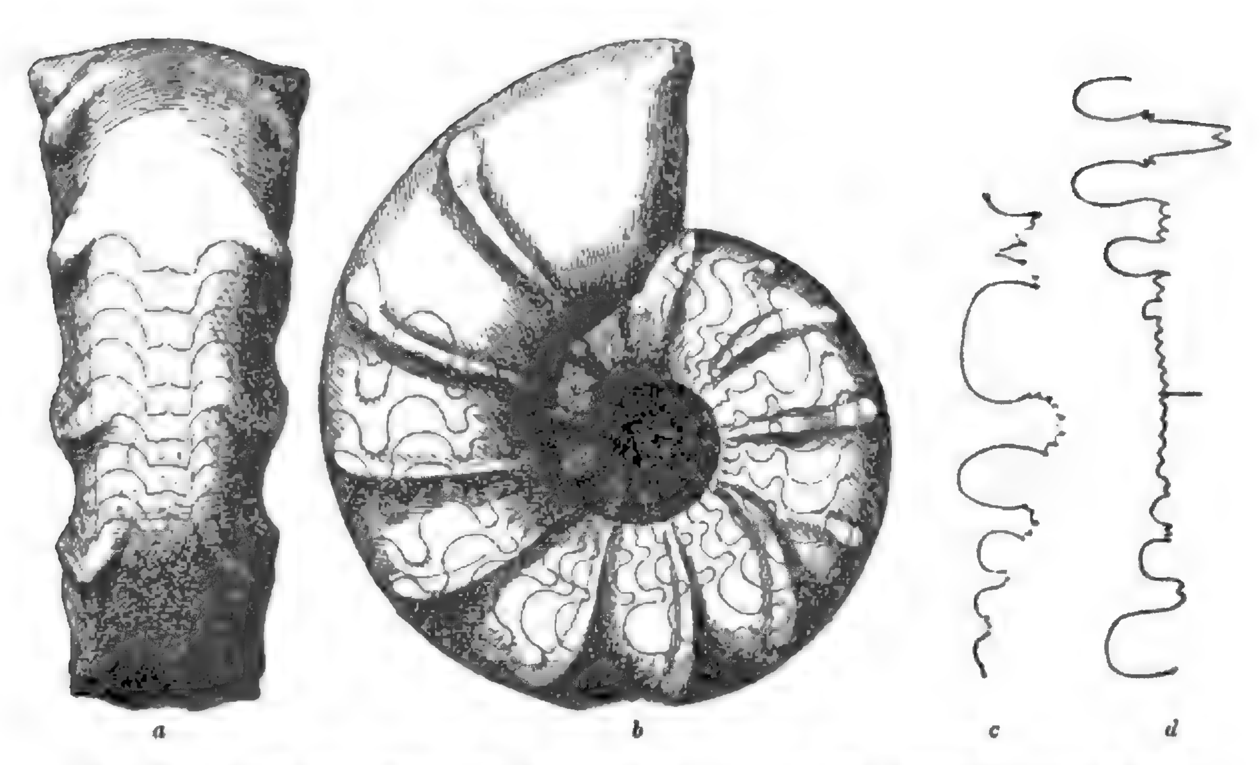
Trias-Landschaft:
Rekonstruktion eines Waldes aus der Trias-Formation.

gewaltigen Baumriesen, die den heutigen nichts nachgaben. In die Nähe der tannenartigen Nadelgewächse scheint besonders die Gattung Albertia zu gehören, während Voltzia, die schon im Perm auftritt und mächtige Stämme trieb, in seltsamer Weise den äußeren Typus der Araukarien (Bild S. 326) mit echten Charaktereigenschaften der Taxus-Gewächse vereinigt.



Eine Seelilie (Tier) aus der Ordnung der Armlilien des Muschelkalks (Trias-Formation). Die dargestellte Art ist der Encrinus liliiformis. Die Stielglieder der Gattung Encrinus bilden mehrfach ansehnliche Gesteinslager (Enkrinitenkalk), die Kronen finden sich am häufigsten im Muschelkalk von Braunschweig, woher auch der hier gebotene E. lilliformis stammt.

Die eigentlich marine Fauna beschränkt sich, wie erwähnt, hauptsächlich auf den Muschelkalk. Bei mancherlei Interessantem für den Spezialforscher bietet sie doch für das große Entwickelungsbild sehr viel weniger scharfe Punkte, als die der voraufgehenden und nachfolgenden Epoche. Stellenweise sind zwar ganze Schichten zusammengesetzt aus Brachiopodenschalen (z. B. Terebratula vulgaris), aus den Stengelgliedern von Seelilien (wie dem Encrinus liliiformis) und aus Muscheln (Myophoria). Aber ein kleiner Artenkreis kehrt in der enormen Individuenfülle konstant wieder und giebt wenig Anlaß zu Spekulationen über den Fortschritt der Dinge. Aus dem Reich der Kopffüßer vom Nautilusschlage sind jetzt neben den echten Nautiloideen die Ammonoideen allmählich in stattlicher Zahl ins Feld gerückt. Vor allem ist es da die Gattung Ceratites, die sich breit macht. Die bekannteste Art, der Ceratites nodosus, ist in einer Weise der deutschen Trias treu, daß Leopold von Buch einst im Scherz gesagt hat, man solle ihre Schale ins deutsche Wappen aufnehmen. Von den Gliedertieren ist fast nichts zu sagen. Die Trilobiten sind schon im Perm erloschen. Und nur auf dem Lande scheint der oberste Zweig, der der Insekten, im stillen rasche Fortschritte gemacht zu haben, wie die Existenz von Käfern beweist. Jeder Sammler wird dem abgebildeten Exemplar bereits die engere Gruppe ansehen, zu der es gehört: es ist ein echter und rechter Rüsselkäfer von einem Typus, an dem die lange Folgezeit wenig mehr hat ändern können. Man hat das Gefühl, daß das Reich dieser Kleinen überall fast mit dem Eintritt in die Sekundär-Zeit fest aufgezimmert war bis nahe an die höchste mögliche Entfaltungsstufe heran. Ganz anders aber lagen die Dinge im Wirbeltierreich. Hier geht der Emporgang nicht nur so langsam, daß Epoche für Epoche im Gesamtbilde immer je eine Stufe nur zu gewinnen scheint, — es zeigt sich gleichzeitig auch eine so ungeheuerliche Fülle gleichsam von „Experimentier-



Ein besonders charakteristisches Ammonshorn (Schale eines tintenfischartigen Tieres) der Trias-Formation:
der Ceratites nodosus.
a und b die ganze Schale von der Seite und von hinten in 1/2 natürl. Größe, aus dem Muschelkalk von Würzburg. c und d Details der sogenannten Sutur, d. h. der Anheftungslinie der Scheidewände an der Innenwand der Schale (vergl. den Durchschnitt durch die Nautilusschale S. 285). Die Suturlinie ist oft, wie auch hier, wellenförmig gebogen; die zurückgebogenen Buchten nennt man Loben (von lobus = Lappen), die vorspringenden Biegungen Sättel. Bei Ceratites sind die Loben in einer eigentümlichen Weise selbst wieder gezackt. Der Ceratites nodosus ist in einer Weise auf die deutsche Trias beschränkt, aber hier auch in Masse entwickelt, daß L. v. Buch scherzen durfte, er gehöre ins deutsche Wappen.

formen", daß die Betrachtung sich immer mehr den breitesten Raum nehmen muß, um all den fremdartigen Stoff einigermaßen übersichtlich zu bewältigen.

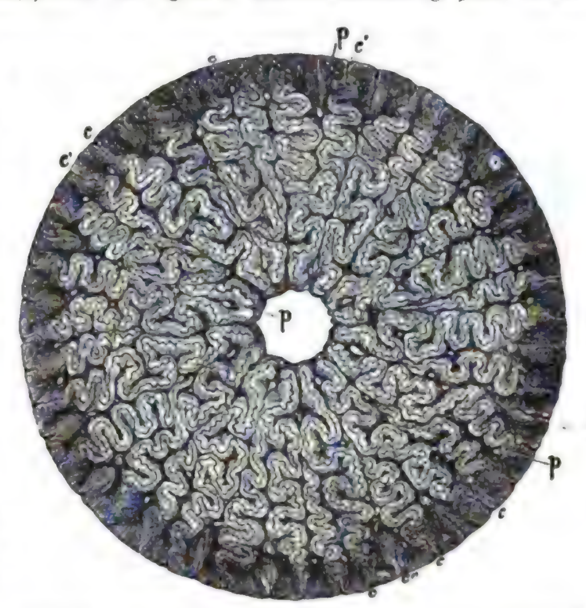
Wir haben oben den Stammbaum paläontologisch verfolgt bis an jene kritische, vorläufig noch nicht völlig aufgehellte Ecke, da Reptil und Amphibium sich schieden. Wir sahen den Weg vom Haifisch zum Molchfisch und vom Molchfisch über jene seltsamen amphibischen Stegocephalen von der Art des kleinen Branchiosaurus (Bild S. 338) zum Urreptil aus der Verwandtschaft unserer noch lebenden neuseeländischen Hatteria ansteigen. Hier liefern nun die Sumpfwälder und Wattenmeere der Trias zunächst eine Anzahl vortrefflicher Ergänzungen und Varianten, die angethan scheinen, manches früher schon im Umriß Gefundene noch weit anschaulicher zu machen.



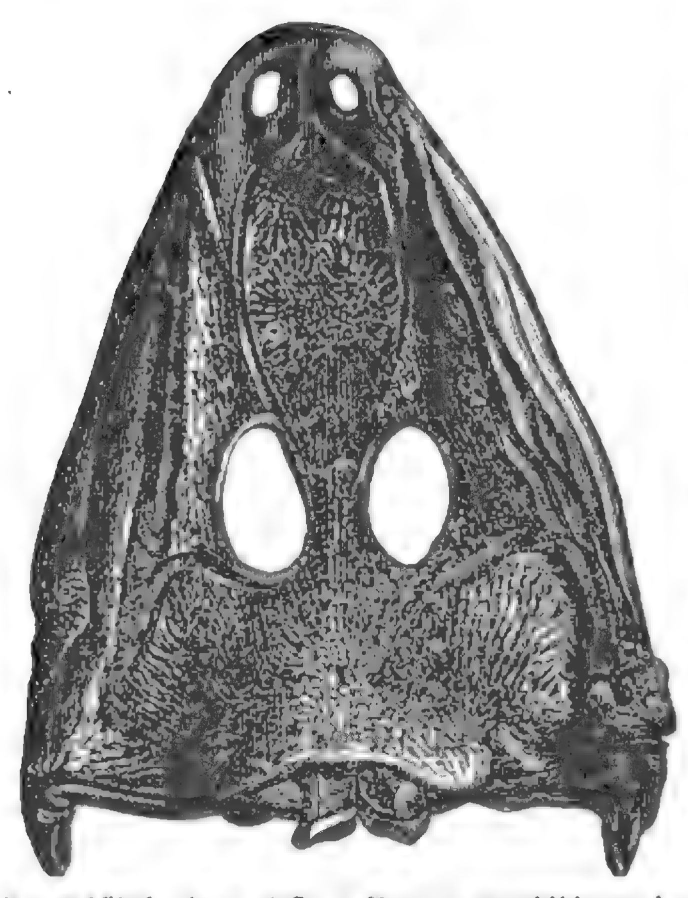
Ein Rüsselkäfer der Trias-Zeit:
Curculionites prodromus von Vaduz, dreifach vergrößert. Die Rüssel- und Bohrkäfer scheinen von allen Käferordnungen zuerst aufgetreten zu sein. (Nach Heer.)

An haiartigen Knorpelfischen war offenbar auch im Triasmeer kein Mangel, sie bieten aber nichts Neues. Dagegen bewohnt die Gewässer, in

deren Nähe die Lettenkohle sich bildete (also wahrscheinlich Süßwasserbecken) jetzt bereits der echte Ceratodus, der Gattungsahne unseres heutigen Riesenmolchfisches von Queensland (Bild S. 335) in Arten, die, nach dem Umfang der erhaltenen Zähne zu schließen, den heutigen Australier zum Teil noch weit an Größe übertrafen. Und in seiner Nähe oder auch ganz auf dem Festlande, das die Sümpfe umschloß, tummelte sich ein groteskes Volk gepanzerter Amphibien, die extreme Weiterentwickelung jener Branchiosaurus und Archegosaurus der Steinkohle und des Perm. Die für die Trias recht eigentlich bezeichnende Stegocephalen-Gruppe (vergl. zu dem Namen oben S. 338) wird als die der Labyrinthzähner (Labyrinthodonta) bezeichnet. Was der Name besagen will, zeigt anschaulich der nebenstehende Horizontal-Querschnitt durch einen Zahn dieser alten Amphibien, des Mastodonsaurus, bei dem die labyrinthisch gewundenen inneren Substanzteile sichtbar werden. Der Mastodonsaurus ist überhaupt das beste Beispiel dieser unheimlichen Gesellen. Wir sehen seinen riesigen, 1 m an Länge erreichenden Schädel im Bilde, wie er in prächtigster Erhaltung in der Lettenkohle von Gaildorf und Ödendorf in Württemberg zu Tage gekommen ist und jetzt in der Stuttgarter Sammlung aufbewahrt wird. Die großen Augenhöhlen liegen in der eigentümlichen Weise oben auf dem Kopf nahe beisammen, die die Hutchinson'sche Rekonstruktion (S. 381) deutlich wiedergiebt. Ganz an der Schnauzenspitze vor den Nasenlöchern finden sich zwei kleine, auf dem Schädelbilde allerdings hier nicht ordentlich sichtbare Durchbruchöffnungen für die großen Fangzähne des



Querschnitt durch den Zahn eines riesigen Panzeramphibiums (Mastodonsaurus Jaegeri) der Trias-Zeit.
Man erkennt daran deutlich die eigentümlichen Falten der eindringenden Cementsubstanz, nach denen man dieser ganzen Gruppe den Namen der Labyrinthodonten (Labyrinthzähner) beigelegt hat. (Das Bild nach Richard Owen in dreifacher Vergrößerung.)



Der Schädel eines riesigen Panzer-Amphibiums der Trias-Zeit:
Mastodonsaurus giganteus
aus dem Lettenkohlenschiefer von Gaildorf in Württemberg ($^1/_8$ natürl. Größe). Der Mastodonsaurus, in der Gestalt einem kolossalen Salamander ähnlich, ist besonders in prächtigen Schädeln (bis zu 1 m Länge) in Württemberg überliefert.

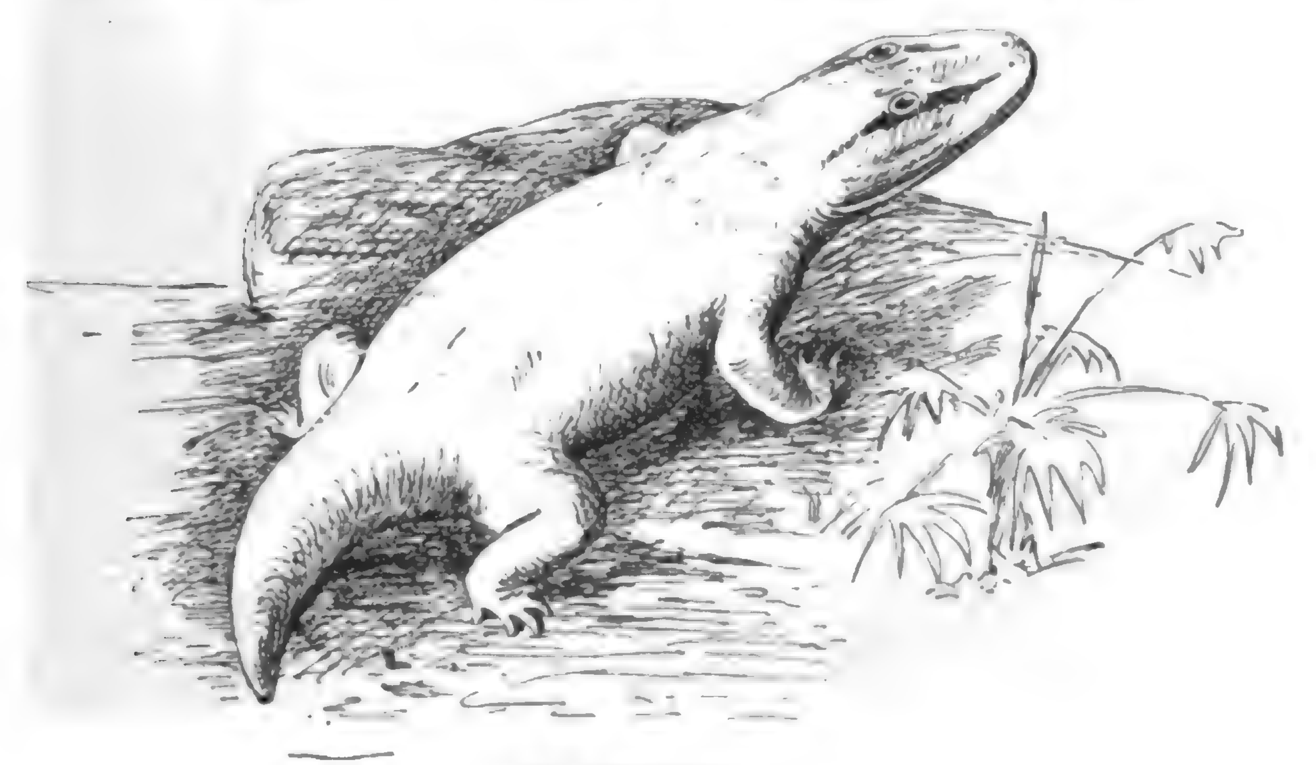
Unterkiefers. Am Hinterhauptgelenk zeigen sich zwei wohlgetrennte Gelenkknöpfe, wie sie niemals bei Reptilien vorkommen und die Lurchnatur unzweideutig beweisen. Eine gewaltige mehrreihige Zahnwehr schmückt aber den ungeheuren Rachen mit Fangzähnen von 8 cm Länge, sehr im Gegensatz zu der schwachen Bewaffnung heutiger Lurche. Und auch der Körper zeigt jene, besonders durch starke Kehlbrustplatten ausgezeichnete Verpanzerung, die der ganzen Gruppe im Gegensatz zu den heutigen Nacktlurchen den Namen der Panzeramphibien eingebracht hat. Lange hat man sich gestritten, wie die äußere Gestalt dieses Körpers, zu dem die kolossalen Dickköpfe gehörten, wohl ausgeschaut haben möchte. Richard Owen, einer der bewährtesten Paläontologen der neueren Zeit, der viele Jahre hindurch die prachtvollen Schätze der Londoner Sammlungen systematisch beschrieben und gedeutet hat, hielt sich bei seiner ersten Rekonstruktion (in den vierziger



Unterkiefer eines Panzer-Amphibiums der Trias-Zeit.
(**Mastodonsaurus giganteus** *H. v. Meyer.*) Aus der Lettenkohle von Gaildorf.
(Nach E. Fraas.)

Jahren) wesentlich an die in vielem wirklich unverkennbare Froschähnlichkeit und stellte die Labyrinthodonten als ochsengroße Riesenfrösche dar, mit stark verlängerten Hinterbeinen und ohne Schwanz. Das Bild S. 383 giebt eine sehr gute Anschauung eines solchen Owen'schen Froschkolosses. In einer

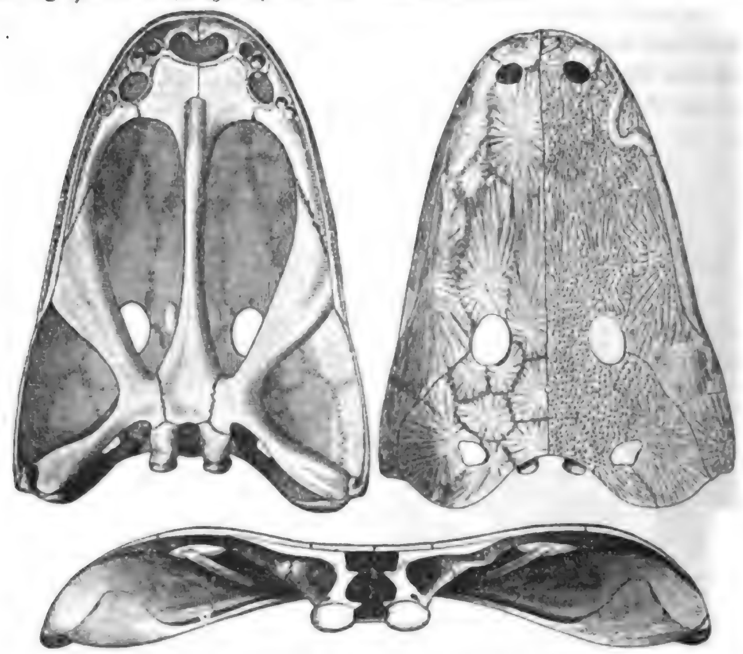
Stunde der Begeisterung für volkstümliche Verwertung der paläontologischen Forschungsergebnisse, die allerdings ein wenig verfrüht kam, hatte man im Park des berühmten Krystallpalastes zu Sydenham bei London eine „geologische Insel“ hergestellt, auf der lebensgroße, in Cement aufgemauerte Nachbildungen der merkwürdigsten vorweltlichen Riesentiere den Besucher belehren und ergötzen sollten. Unser Bild S. 383 zeigt einen Teil des Werkes, dem bei aller Unzulänglichkeit eine gewisse Wirkung nicht abgesprochen werden kann und das in künstlerisch und wissenschaftlich verbesserter Form entschieden Nachahmung verdiente. Man gewahrt rechts und im Vordergrund die kröten- oder froschähnlichen Labyrinthodonten, wie sie Owen sich



Der Mastodonsaurus,
rekonstruiert nach Hutchinson.

wissenschaftlich ausgemalt und der Künstler, Waterhouse Hawkins, nach seinen Angaben plastisch gestaltet hatte, — wobei der echte englische Parkwald einen botanisch nicht grade sehr genauen, aber immerhin stimmungsvollen Hintergrund abgiebt. Die Ungetüme von Sydenham waren längst aufgestellt und hatten das Staunen vieler Tausende von Laien erweckt, auch wohl in manche wissensbedürftige Seele die Lust zu tieferem Studium dieser uralten Wunderwelt gesäet, als sich durch erneute Funde herausstellte, daß selbst der große Owen diesmal radikal sich geirrt habe. Die Labyrinthodonten erwiesen sich als langgestreckte, im allgemeinen Habitus viel mehr molchartige Tiere mit mehr oder minder langen Schwänzen, etwa so wie die Hutchinson'sche Rekonstruktion oben es zeigt, die in allem Detail allerdings auch noch nicht unfehlbar sein mag. Aus den zahlreich sich findenden Kot-

resten (Koprolithen, vergl. das Bild S. 342) kann man schließen, daß sie die Lebensweise unserer Krokodile geführt haben. Sie werden wie diese im Seichtwasser faul in der Sonne gelegen haben, die Schnauze mit den Nasenlöchern über Wasser. Gelegentlich schnappte der tief gespaltene, scharfzähnige Rachen zu und ergriff einen Ganoidfisch oder einen großen Krebs, deren Zahn- und Panzerreste die Kotballen erfüllen.



Schädel eines gepanzerten Amphibiums aus der Trias-Zeit:
Cyclotosaurus robustus *H. v. Meyer* aus der Ordnung der Stegocephalen.
Links oben die Unterseite, rechts die Oberseite des Schädels; bei letzterer Figur ist die linke Hälfte des Panzerbelags entfernt. Unten derselbe Schädel von hinten gesehen. Alles etwa zehnfach verkleinert. Der Schädel stammt aus dem Schilfsandstein des unteren Keupers von Stuttgart. (Nach E. Fraas.)

Das lustige Parkbild von Sydenham würde somit alle Bedeutung heute eingebüßt haben, wenn nicht der Glücksstern seiner Meister wollte, daß durch eine andere uns überlieferte Thatsache der Trias-Zeit unzweideutig die Existenz gleichzeitig mit den Labyrinthodonten lebender amphibischer Vierfüßler, die wirklich in der Gestalt einem riesenhaften Frosch ohne Schwanz geglichen haben müssen, nachgewiesen wird, so daß man also das Bild einfach umdeuten kann. Es ist ein überaus interessantes Gebiet, das hier beginnt.

Im Frühjahr 1833 kamen im bunten Sandstein von Heßberg bei Hildburghausen zum erstenmal große, handartige Abdrücke zu Tage,

die nicht gut eine andere Deutung zuließen, als daß hier zu Zeiten, da der Stein noch weicher Schlamm war, ein vierfüßiges Tier hergelaufen und seine Patschfüße abgeprägt habe. Der Fund erregte höchstes Aufsehen und führte zu weiterem Suchen, wobei sich herausstellte, daß solche Fährten in der Schicht massenhaft vorkamen und auch an andern Orten nachweisbar



Trias-Landschaft auf der geologischen Insel im Park von Sydenham (London).
Nach Ideen Richard Owens sind durch Waterhouse Hawkins im Park des Krystall-Palastes von Sydenham lebensgroße Modelle vorweltlicher Tiere hergestellt worden. Die hier gebotene Gruppe zeigt riesenhafte froschähnliche Amphibien. Owen dachte dabei an die sogenannten Labyrinthodonten, deren Schädel auf den vorstehenden Seiten abgebildet sind. Heute weiß man, daß die wahre Gestalt dieser Panzerlurche der Trias viel mehr der unserer heutigen geschwänzten Molche glich. Immerhin beweisen gewisse erhaltene Fährten der Zeit, daß es auch an froschähnlichen, ungeschwänzten Ungetümen damals nicht gefehlt hat, deren Äußeres wohl dem zu Sydenham gebotenen Typus geglichen haben könnte.
(Das Bild unter Benutzung einer Photographie von Negretti und Zambra zu Sydenham.)

waren. Die schönsten Exemplare sind ins Berliner Museum gebracht worden, wo sie über riesige Platten weg sich in vollkommener Deutlichkeit verfolgen lassen. Man sieht deutlich die Abdrücke großer Hinterfüße mit 5 bekrallten Zehen, von denen die eine daumenartig den andern gegenübergestellt ist, und sehr viel kleinerer Vorderfüße ähnlicher Art. Allem Anschein nach bewegte sich das Tier froschartig in Sätzen vorwärts, wobei sein offenbar beträchtliches Gewicht die Tatzen tief in den Schlamm quetschte.



Geheimnisvolle Spuren eines großen fünfzehigen Wirbeltieres im Buntsandstein (Trias-Zeit) von Heßberg bei Hildburghausen.

(1/6 natürl. Größe. Nach R. Owen.)

Der Paläontologe Owen neigte zu der Ansicht, daß das zugehörige Tier (einstweilen das Handtier, Chirotherium, genannt) der damals weit verbreiteten Ordnung der Panzer-Amphibien (Stegocephali) angehört habe, von denen S. 338 und in Archegosaurus und Mastodonsaurus Proben gegeben sind. Da aber die genauer bekannten Panzerlurche jener Zeit sämtlich mehr die Gestalt eines geschwänzten Molches hatten, während die Spuren mehr auf einen Riesenfrosch deuten, so ist die Auslegung angefochten worden. Die Fährten sind offenbar in den weichen, erst später erhärteten Schlammgrund eines Sumpfes eingepreßt worden; zwischen ihnen zeigen sich noch die Spuren der Risse, in die der Schlamm eintrocknend sich zerspaltete.

Von einem etwa nachschleifenden Schwanz ist nichts zu merken. Die Struktur der ganzen Gesteinsplatten liefert genügenden Aufschluß über die Örtlichkeit, auf der dieser Riesenfrosch hüpfte. Die Fährten liegen stets vertieft in der Ablösungsfläche einer Schicht, meist mit dünnem Thon bedeckt. Hebt man die aufliegende Sandsteinplatte ab, so zeigt sich auf ihr umgekehrt das erhabene Relief des Ganzen, und zwar nicht bloß das der Patschfüße selbst, sondern auch noch zwischen diesen ein krauses Netz erhabener Wülste, die nichts anderes sein können, als die plastischen Ausfüllungen ursprünglicher Spalten im weichen Untergrund. Man wird sogleich auf das Bild eines zeitweilig austrocknenden Schlammterrains geführt. In der Sonnenhitze trocknend zerriß der Schlamm genau so, wie es heute noch jede Gelegenheit zeigt. Da die Sprünge bis zollbreit sind und sich daneben sehr gut erkennbare Abdrücke großer Kochsalzkrystalle finden, so ist anzunehmen, daß das Austrocknen längere Zeit angedauert habe, wobei man etwa an einen Salzsumpf denken mag, der in der heißen Jahreszeit dürr und wasserleer wurde, — ein Bild, das, nebenbei bemerkt, sehr gut zu der im vorigen Kapitel erwähnten Ausbildung von Lurchfischen mit einer den Jahreszeiten entsprechend abwechselnden Lungen- und Kiemenatmung paßt. Sind wir so über die Örtlichkeit gut unterrichtet, so ist um so geringer unsere Kenntnis von dem Tiere selbst, das seine Pranken da im Salzsumpf verewigt hat.

Zugehörige Knochen, die sich unmittelbar darauf deuten ließen, liegen nicht vor. Da ein Name nötig wurde, nannte Kaup das so schattenhaft nur angedeutete, aber offenbar damals sehr häufige Wesen Chirotherium (cheir = Hand, therion = Tier, also Handtier). Er und andere dachten an Beuteltiere. Owen, der von den verschiedensten Orten Englands ähnliche Fährten erhielt, riet auf Labyrinthodonten. Wie erwähnt, paßt aber von den genauer bekannten Gattungen dieser Gruppe keine einzige auf ungeschwänzte Riesenfrösche mit derartig ungleichen Vorder- und Hinterpfoten. So ist die Frage heute, nach über sechzig Jahren, ebenso offen wie damals, als die erste Platte ans Licht kam. Man wird sich an die Thatsache gewöhnen müssen, daß in den schlammigen Wattenmeeren der frühen Trias-Zeit massenhaft ein relativ großes vierfüßiges Tier ohne Schwanz und mit froschartiger Ungleichheit der Gliedmaßen gehaust habe. Der Phantasie steht nichts im Wege, die sich hierbei doch eine sonst unbekannte Amphibien-Form etwa nach Art jener Sydenhamer Riesenkröten ausmalt. Warum uns aber von einem offenbar so weit verbreiteten und häufigen Tiere solcher Größe absolut gar keine Knochenreste erhalten sind, das zählt unter die großen Fragezeichen der Paläontologie.

Wir haben im vorigen Kapitel die Brückeneidechse (Hatteria) kennen gelernt und in ihr das älteste aller noch lebenden Reptile, ein echtes Ur-Reptil. Ihre Vorfahren bildeten bereits in der uralten Perm-Zeit die Ordnung der Schnabelköpfe (Rhynchocephalia), die möglicherweise aus irgend einem Zweige der ältesten Stegocephalen oder Panzer-Amphibien hervorgegangen war.

Wenn wir die Gesamtmasse der lebenden und der ausgestorbenen Reptilien überblicken — es ist eine Riesenmasse —, so ist es für einige Gruppen nicht schwer, sich den phylogenetischen Weg auszumalen. Eine Ordnung, die wir heute als eine besonders gut geschlossene aufführen, die der Schlangen, stellt zweifellos bloß einen Seitenast der Eidechsen dar. Diese Eidechsen (Lacertilia) selbst aber schließen sich bei aller Sonderart doch so evident an die Brückenechse, also die alte Gruppe der Rhynchocephalen an, daß an ihrer Abstammung von dort her kaum gezweifelt werden kann. Immerhin mag dieser heute noch so blühende Trieb der echten Echsen erst im Jura, also relativ sehr spät, sich abgezweigt haben, und Schlangen sind vollends erst aus der Kreide bekannt. Es fragt sich nun, ob die Stammordnung der Schnabelköpfe nicht in voraufgehenden Epochen unabhängig davon schon längst andere Sprossen getrieben und sonstige Reptilordnungen ins Leben gesetzt habe. In der That sehen wir in der Trias bereits nicht weniger als sieben andere Reptilordnungen (es ist der ganze Rest) auftauchen: die kurzhalsigen Fischsaurier (Ichthyosauria), die langhalsigen Fischsaurier (Sauropterygia), die Schildkröten (Testudinata), die Säugerreptilien (Theromorpha), die Krokodile (Croco-

dilia), die Schreckenssaurier (Dinosauria) und die Flugdrachen (Pterosauria). So ungeheuer verschieden diese sieben Gruppen unter sich sind — und wir werden im folgenden ihre Formen bis zum bizarrsten Extrem an uns vorüberziehen sehen —, für keine bleibt es ganz ausgeschlossen, daß sie sich in und vor der Trias ebenfalls aus Tieren entwickelt habe, die entweder direkt Rhynchocephalen waren oder doch diesen außerordentlich nahe standen. Sichtbar wird uns allerdings von dieser Entwickelung nur sehr wenig. Für die Theromorphen, unter denen man, wie wir unten erörtern werden, vielfach die Ahnen der Säugetiere sucht, ist die Linie andeutungsweise sichtbar, ebenso für die Krokodile. Bei den anderen Ordnungen aber sind die ersten erhaltenen Formen sogleich so specialisiert und für sich typisch, daß die Brücke ganz dunkel bleibt. Im großen macht es den Eindruck, als wenn (mit Ausnahme vielleicht der Dinosaurier, die möglicherweise an alte Theromorphen anknüpfen) die sieben Stämme sich, falls sie wirklich alle der Rhynchocephalen-Nähe entsprießen, wenigstens unabhängig voneinander in parallel ansteigenden Linien entwickelt hätten. Der nebenstehende Stammbaum, der zugleich eine Zeittafel giebt, mag das im Bilde anschaulich machen.

Zittel, an dessen Ausführungen im dritten Bande des großen Münchener „Handbuches der Paläontologie" sich dieser Stammbaum (mit unbedeutenden Änderungen) anschließt, denkt sich als Urform aller Reptilien ein eidechsenartiges Geschöpf mit langem Schwanze, vorn und hinten ausgehöhlten, sanduhrförmigen Wirbeln gleich denen der Brückenechse, zwei Kreuzbein-Wirbeln, fünfzehigen Gehfüßen, vorne verschmälertem Schädel mit oberen und seitlichen Schläfenlöchern und einem Scheitelloch, Zähnen, die mit der Basis am Knochen festgewachsen waren, und einer beschuppten Haut. Ist diese Annahme richtig, so ist der Grundtypus schon sehr früh Abweichungen unterlegen, die zum Teil sehr veränderte Typen schufen. Die einfach beschuppte Haut wandelte sich zum Panzer der Schildkröte und des Krokodils oder wurde ganz nackt, aus den fünfzehigen Gehfüßen wurden breite, flossenartige Ruderschaufeln, die Zähne schwanden ganz oder nahmen seltsame, völlig aus der Schablone herausfallende Gestalt an, das Kreuzbein kam gelegentlich gänzlich in Verlust u. s. w. Und zwar sehen wir das, über die verschiedenen Gruppen verteilt, alles bereits in der Trias durchgeführt.

Wenn auch der einzige überlebende Schnabelkopf, die neuseeländische Brückenechse, sich in Höhlen an der Meeresküste birgt und die Fundorte dafür sprechen, daß seine permischen und triasischen Ahnen ebenfalls Strandbewohner waren, so entspricht im ganzen doch das hypothetische Urreptil Zittels einem Landtiere. Sehr früh aber müssen einige seiner Abkömmlinge ins Meer zurückgekehrt sein, — wie ja heute noch auf den Galapagos-Inseln eine im Ocean schwimmende, von Seetang sich nährende echte

Jetztzeit

Tertiär

Kreide

Jura

Trias

Karroo-Formation

Perm

Steinkohle

Schildkröten (Testudinata)

Krokodile (Crocodilia)

Brückenechse (Hatteria)

Eidechsen (Lacertilia)

Schlangen (Ophidia)

Schreckenssaurier (Dinosauria)

Flugsaurier (Pterosauria)

Kurzhalsige Fischsaurier (Ichthyosauria)

Langhalsige Fischsaurier (Sauropterygia)

?

Säuger-Reptilien (Theromorpha)

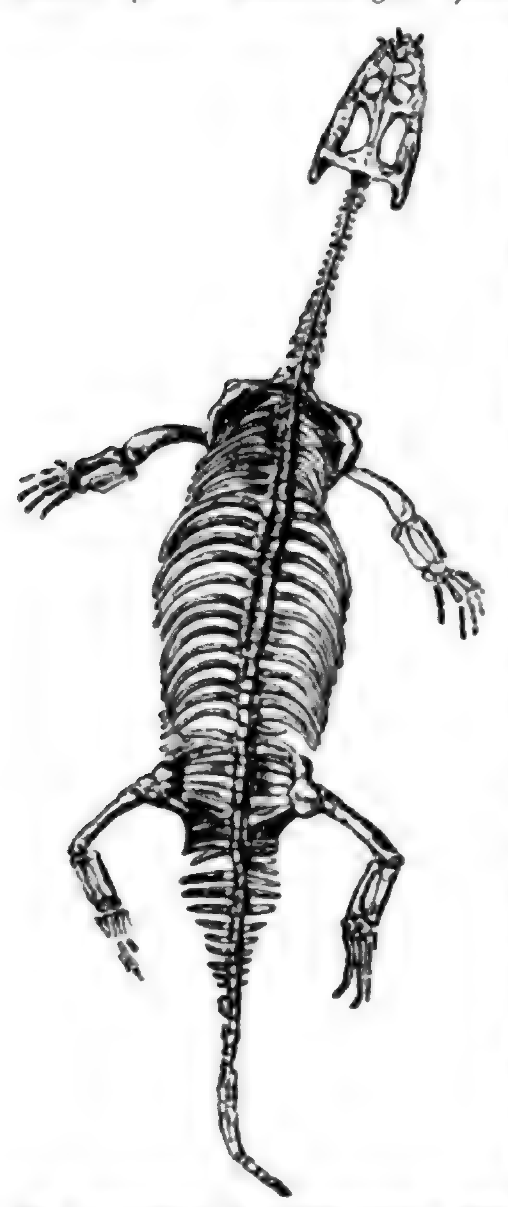
Schnabelköpfe (Rhynchocephalia).

Ur-Reptilien (vielleicht von den Stegocephalen abgezweigt).

Der Stammbaum der Reptilien.

Die Höhe der Striche im Schema bezeichnet die zeitliche Grenze der einzelnen Ordnungen. Wie man sieht, reichen von zehn Gruppen nur fünf bis auf die Gegenwart. (Meist nach Zittel.)

Eidechse existiert und die Seeschildkröten ebenso wie die kleinen, äußerst giftigen Seeschlangen die Anpassung an ein reines Wasserleben treu beibehalten haben. Die Schwimmbewegung wieder mußte vor allem in den Gliedmaßen starke Wandlungen hervorbringen und zur Bildung schaufelartig funktionierender Flossen führen, — in einer ähnlichen Weise, wie es viel später bei den Säugetieren den Delphinen und Walfischen ergangen ist. Unter Umständen, bei fleischfressenden Tieren, konnte auch in der gleichen Form und Funktion wie beim Schwan oder Schlangenhalsvogel dem Schwimmer ein langer Hals von hohem Nutzen werden, der jäh auf eine Beute in der Tiefe zu stoßen erlaubte. So sehen wir um die Wende der Trias-Formation zum Jura im offenen Weltmeer jene eigenartigen Fischsaurier auftreten, die seit je die Verwunderung selbst der Laien erregt haben und durch burschikose Lieder populär geworden sind: den Ichthyosaurus und den Plesiosaurus, ersterer fast ohne Hals, dem Delphin überaus ähnlich, letzterer mit langem, biegsamem Halse eine Art Mischwerk aus Eidechse, Delphin und Schwan. Die Blüte dieser Tiere fällt allerdings in die Jura- und Kreide-Zeit und dort wollen wir sie erst im Detail betrachten. Für die Trias fesselt uns bloß gleichsam eine einleitende Form zum Plesiosaurus: das Geschlecht der Nothosaurier (Nothosauridae, Bastardsaurier), das zahlreich die Muschelkalkmeere und ihre Ufer belebt haben muß. Der ansehnliche, mindestens 3 m lange Nothosaurus, der den Namen geliefert hat, kann recht wohl schon ein echter Schwimmer im offenen Wasser gewesen sein. Auf einem sehr langen Halse aus 20 Wirbeln saß



Ein langhalsiger Saurier der Trias-Zeit aus der Verwandtschaft des Plesiosaurus:
der Lariosaurus Balsami von Perledo am Comersee (1/8 der natürlichen Größe; das Original im Münchener Museum). Seinem Fußbau nach war dieser Saurier im Gegensatz zum Plesiosaurus wahrscheinlich ein Bewohner des Landes.

ein überaus schmaler, etwa 0,3 m langer Kopf mit starkem Gebiß, besonders höchst energischen Fangzähnen. Die Füße wiesen aber noch das echte Erbe der 5 Zehen, wie sie Zittel für den Urahnen voraussetzt. Entwickelungsgeschichtlich interessanter als der Nothosaurus selbst ist der beistehend ab-

gebildete, noch nicht 1 m lange Lariosaurus. Obwohl ein echter Nothosaurier und als solcher wohl ein Glied der Ahnenreihe zwischen den Ur-Schnabelköpfen und den späteren Plesiosauriern, scheint er doch noch ein Landtier, wenigstens ein Uferbewohner gewesen zu sein, der wohl auf Strandsteinen wie die Brückenechse lauerte und vermöge seines langen Halses gelegentlich einen Fisch blitzschnell aus seinem Elemente aufgriff. So weist er um eine Stufe weiter zurück gegen die Rhynchocephalen hin, von denen aber auch er sich schon äußerlich durch die allen Nothosauriern und Plesiosauriern eigentümliche komplete Nacktheit der Haut stark unterschieden haben muß. Die ganze Gruppe der Nothosaurier ist sehr wichtig zur Widerlegung einer Hypothese, die besonders der geniale Jenenser Anatom Gegenbaur aufgestellt hatte. Nach ihr sollten die Fischsaurier von der Art des Ichthyosaurus und des Plesiosaurus einen ganz von der Entwickelungslinie der Amphibien und Reptilien unabhängigen Wirbeltier-Zweig darstellen, der unmittelbar an die Fische anschlösse und von da aus ganz unabhängig die höheren Wirbeltiereigenschaften (z. B. dauernde Lungenatmung) erworben hätte. Die Hypothese stützte sich auf die Thatsache, daß bei den Fischsauriern mehr als fünf Finger vorkommen, eine an sich wirklich sehr auffällige Erscheinung, die aber immerhin doch auf Anpassung an das Wasserleben (die Pfote wird Flosse, je breiter desto besser) zurückgeführt werden könnte. Die Existenz solcher fünfzehigen, im übrigen aber bereits dem Plesiosaurus eng verwandten Zwischenformen wie Lariosaurus macht die Hypothese Gegenbaurs rein paläontologisch zu einer ziemlich unwahrscheinlichen auch für den, der an einer gewissen Spitzfindigkeit in der Beweisführung an sich keinen Anstoß nimmt. Übrigens giebt es zu Ichthyosaurus, der kurzhalsigen Fischsaurier-Ordnung, keine den Nothosauriern entsprechende Übergangsgruppe aus der Trias. Im Muschelkalk treten sogleich und unvermittelt typische Ichthyosaurier auf. Ein gewaltiges Exemplar von fast 10 m Länge ist vor Zeiten schon im Muschelkalk von Kleinreifling in Steiermark gefunden worden, 1865 aber leider beim Brande des Stiftes Admont verloren gegangen. In der Lombardei kommt umgekehrt eine bloß anderthalb bis ein Meter lange triasische Zwergform vor, und aus der Trias Spitzbergens hat Nordenskjöld, der Umsegler Asiens, einen riesigen Ichthyosaurus polaris neben einer kleineren Art mitgebracht. Echte Plesiosaurier treten erst dicht an der oberen (sehr schwankenden) Grenze unserer Formation auf, im sogenannten Rhät, das manche Forscher als besondere Epoche zwischen Trias und Jura schieben.

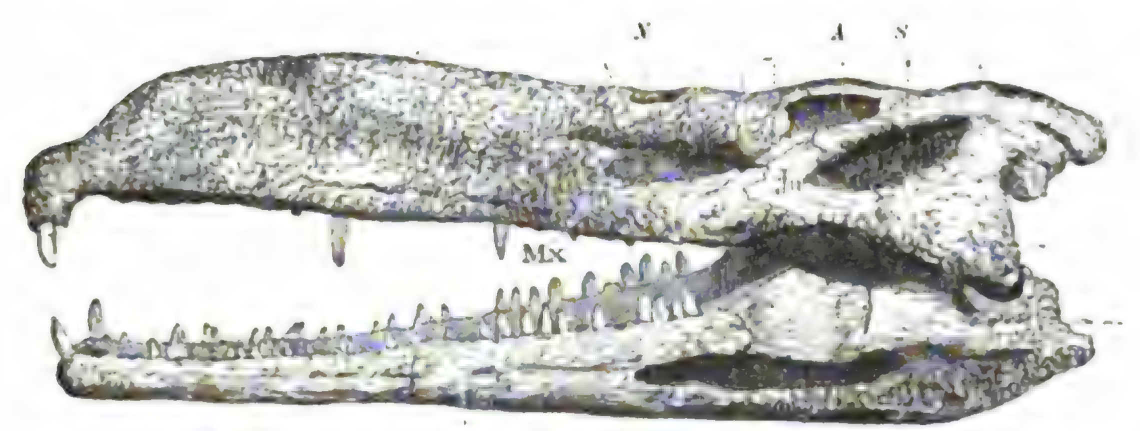
Alle jene Fischsaurier sind heute ausgestorben, ihre Stunde schlug schon in der Kreidezeit. Dagegen lebt noch, gerettet, wie es scheint, durch konsequente Ausnutzung des Süßwassers der wärmeren Länder, ein ebenso alter Reptilzweig, der ihnen damals im Meer starke Konkurrenz machte: das Geschlecht der Krokodile. Wie ein Krokodil äußerlich ausschaut,

weiß wohl jeder. Weniger bekannt ist, daß der Zahnbau und andere wichtige anatomische Unterschiede die Zoologen genötigt haben, das Krokodil völlig von der Eidechse zu trennen und als Vertreter einer besonderen Reptilien-Ordnung anzusehen. Die Anfänge dieser Ordnung nun treten uns bereits in guter Entfaltung in der Trias entgegen. Während heute nur gelegentlich einmal eine Krokodil-Kolonie an einer Flußmündung sich ins Meer hinauswagt (z. B. der Crocodilus biporcatus in den Indischen und Stillen Ocean) führten die triasischen Ur-Krokodile anscheinend durchweg eine marine Lebensweise, mit der Hand in Hand mancherlei Eigentümlichkeiten des Baues gingen, die jene alten Gruppen immerhin ziemlich weit noch von den lebenden Krokodilen entfernen und sie eher als Mischformen zwischen den Schnabelköpfen und diesen, mit Anklängen an Dinosaurier und Eidechsen, erscheinen lassen. Das Bild zeigt den charakteristischen Schädel des Belodon Kapffi. Das ganze Tier wurde 3 m lang und war wenigstens auf dem Rücken mit soliden Knochenplatten verpanzert. Der Schädel gehört in mancher Hinsicht zu den sonderbarsten Reptilschädeln, die wir kennen. Die seltsame Gestalt der oberen Schnauze wird den ganz ungewöhnlich kolossal entwickelten Zwischenkiefern verdankt, die hier nicht weniger als jederseits 20 Zähne tragen und bewirken, daß die sonst bei Krokodilen an der Schnauzenspitze sich öffnenden Nasenlöcher oben auf den Schädel in die Nähe der winzigen Augen kommen. Wahrscheinlich dienten diese Löcher hier als Spritzlöcher wie bei unseren lebenden Walfischen.

Das Bild des Krokodils, wie es uns heute vorschwebt, verlangt unwillkürlich ein großes Tier. Die Ur-Krokodile der Trias sind aber zum Teil offenbar ganz kleine Geschöpfe gewesen, wie ein denkwürdiger Fund uns gelehrt hat. Im oberen Keuper von Heslach bei Stuttgart kam ein Sandsteinblock von beinahe 2 qm Umfang zu Tage, aus dem die Hand eines Meisters in solchen Dingen, des Kriegsrats Kapff, nicht weniger als 24 Exemplare eines sonst gänzlich unbekannten, winzigen Trias-Krokodils herausarbeiten konnte. Das Bild zeigt, wie die drolligen Tiere, deren stärkste bis 86 cm lang sind, kreuz und quer durcheinanderliegen, als habe eine dicke Schlammwelle oder der Absturz einer steilen Uferdüne sie jählings alle miteinander begraben. Die Platte steht heute als ein paläontologisches Prachtstück ersten Ranges im Stuttgarter Museum und läßt das genaueste Studium des zierlichen Aetosaurus ferratus, wie man ihn genannt hat, zu. Das ganze Tier liegt bis in jede Einzelheit so direkt vor Augen, daß von einer Stuttgarter Firma (A. Stolz) reizende Metallmodelle als Briefbeschwerer hergestellt werden konnten, die alle Sonderbarkeiten dieses wirklich „eisern" verpanzerten Zwergkrokodils prächtig zur Geltung bringen. Der dreieckige Schädel mit den im Verhältnis riesigen runden Augen, den langen seitlichen Nasenlöchern und zwischen Nasenloch und Auge den großen Schädeldurchbrüchen hat etwas unverkennbar Vogelähnliches, wie es auch

der Name (Vogel-Eidechse) ausdrückt. Alle Krokodile an Energie der Einzeldurchführung aber überbietet die Verpanzerung durch solide, nicht hornige, sondern direkt knöcherne Platten mit feinster Skulptur, die bei den Scheitelbeinen oben auf dem Schädel beginnend bis zur Schwanzspitze den ganzen Körper lückenlos in eine steinharte Schale hüllt. Ein solches Tier war gewiß wie geschaffen zur Erhaltung. Und doch hat uns außer einem verwandten Abdruck (Dyoplax) derselben Örtlichkeit und einer schwachen amerikanischen Spur keine weitere Fundstelle das Andenken dieses vielleicht schönsten aller ausgestorbenen Reptile aufbewahrt.

Vom Aetosaurus mit seiner Prachtrüstung ist nur ein Schritt zu den eigentlichen Schaltieren unter den Reptilien, den Schildkröten. Im einzelnen des Baues unterscheidet sich allerdings die Schildkröte sehr tief vom Krokodil und von allen übrigen Klassenverwandten. Auch sie ist eben



Der Schädel eines Ur-Krokodils aus der Trias-Zeit.
Die dargestellte Art ist der Belodon Kapffi, gefunden bei Stuttgart. Die Augenhöhle liegt bei *A*, das Nasenloch bei *N*, *S* ist die seitliche Schläfenöffnung. Das ganze Tier wurde bis 3 m lang, der Schädel hier ist in etwa siebenmaliger Verkleinerung nach einem Gipsabguß des Stuttgarter Exemplars gezeichnet.

uralt und hat früh ihren eigenen Weg eingeschlagen, — einen sehr glücklichen hinsichtlich der Anpassung, der sich von der Trias herauf bis auf unsere Tage bewähren sollte. Erst jetzt, vor dem Menschen, schwinden die Schildkröten (wenigstens die des Süßwassers und des Landes) rasch dahin, — rapid verliert sich die einzige deutsche Art aus unseren Gewässern, und von mehreren kolossalen, unbehilflichen Riesenschildkröten einsamer Tropeneilande wissen wir, daß sie innerhalb der historischen Zeit schon gleichsam unter unsern Augen ausgerottet worden sind. Sollte dieses Schicksal einst die ganze Ordnung ereilen, so wäre die Erde um eines ihrer originellsten Geschöpfe ärmer, das an Sonderbarkeit nicht leicht von irgend einem ausgestorbenen Sauriergeschlecht der Vorzeit übertroffen wird. Eine knöcherne Kapsel umschließt in Form eines gewölbten Rückschildes und eines flachen Bauchschildes den Rumpf, die Kiefern ermangeln gänzlich der Zähne, ohne deshalb wehrlos zu sein, da harte Hornscheiden dem beweglichen Kopf sehr



Verkleinerte Kopie des berühmten Stuttgarter Aetosaurus-Blockes aus der Trias-Zeit (Keuper von Heslach bei Stuttgart), darunter ein einzelnes kleines Aetosaurus-Krokodil in halber natürlicher Größe.

Die fast 2 qm große Platte, im Stuttgarter Museum aufbewahrt, zeigt die Skelette von 24 kleinen, höchst eigenartigen Ur-Krokodilen (Aetosaurus ferratus), die größten 86 cm lang. Es giebt keine lebende Tierform, die sich direkt dieser anreihen ließe. Andere Reste sind bisher nirgendwo gefunden worden, — ein rechtes Zeugnis für die Lückenhaftigkeit der ganzen paläontologischen Überlieferung. (Die beiden Bilder nach O. Fraas.)

kräftige Bisse ermöglichen. Man muß auf frühe Embryo-Stufen im Ei zurückgehen, um den Anschluß an die übrigen Reptilien wieder zu finden. Dann allerdings gewahrt man in einem eidechsenartig gestreckten, schildlosen Keimzustande ein Geschöpf von zweifelloser Ähnlichkeit mit der echten Eidechse, dem Krokodil, ja (was besonders interessant ist) dem Vogel auf der gleichen Entwickelungsstufe. Paläozoische Schildkröten sind bisher nicht bekannt geworden, es ist aber aus der ganzen Sachlage anzunehmen, daß sie existiert haben müssen. Die Ordnung tritt in einer Weise „fertig" auf, daß eine sehr lange Vorgeschichte zur Bedingung wird. Im schwäbischen Keuper findet sich der Panzerausguß einer Lurchschildkröte (Unterordnung der Pleurodira, wozu heute beispielsweise die groteske südamerikanische Matamata gehört). Die Lurchschildkröten sind aber gradezu die anatomisch differenziertesten, also im gewöhnlichen Sprachgebrauch „höchsten" aller Schildkröten, — der Stamm setzt also gewissermaßen gleich mit der Spitze ein. Ein anderes triasisches Fragment (Psephoderma) weist auf eine Lederschildkröte aus der Verwandtschaft unserer einzig lebenden marinen Gattung Dermochelys. Damit scheint auch die Trennung in See- und Süßwasserschildkröten schon als frühe Thatsache gegeben zu sein. Wie die ganze wunderliche Ordnung dem ursprünglichen Reptilienast anzuordnen sei, darüber lehren die Funde vorläufig nichts. Wiederholt hat man zwar geglaubt, noch in späteren Formationen Reste von Übergangsformen gefunden zu haben. Marsh beschrieb aus dem nordamerikanischen Jura einen vermeintlichen Schildkrötenkiefer mit Zähnen. Owen meinte gar noch in einer diluvialen (zeitlich dem Höhlenmenschen und dem Mammut noch gleichstehenden) Riesenschildkröte Neu-Hollands (Meiolania) das direkte Bindeglied zwischen Schildkröte und Eidechse entdeckt zu haben. Der erstere Fund aber ist leider noch ganz unsicher in der Deutung, und ebenso wird Owens Ansicht von andern Fachgelehrten als vollkommen irrig hingestellt. Es bleibt nichts übrig als abzuwarten.

Immerhin hat die neue Aera der Paläontologie, die mit der allmählichen Erschließung der südlichen Länder, wie Australiens und des Kaplandes, einsetzte, wenigstens die Lücke, die zwischen der Zahnlosigkeit der Schildkröten und den starrenden Zahnreihen der meisten Saurier klafft, von seiten der Saurier selbst etwas eingeengt, indem sie zahnlose Reptile der Trias nachwies, die keine Schildkröten waren. Es führt das auf ein großes, an Rätseln wie Thatsachen überreiches Gebiet triasischen Lebens, dem wir eine genaue Betrachtung widmen wollen. Eine längere Reihe trefflicher Bilder nach Owens Meisterwerken steht uns dabei unterstützend zur Seite.

Der Leser erinnert sich, wie im vorigen Kapitel bei der Suche nach den Geheimnissen der Glossopteris-Flora und der karbonischen Eiszeit vage das Bild eines enormen, heute verschollenen südlichen Kontinents — Gondwanaland — vor uns auftauchte. Noch einmal müssen wir dahin zurück-



Die Kapstadt mit dem Tafelberg im Hintergrunde.

kehren. Gondwanaland stellte, einerlei wie weit es nach dem Südpol zu sich erstreckt haben mag, vor allem eine den heutigen Indischen Ocean breit überquerende Brücke dar zwischen Vorder-Indien und Süd-Afrika. In jedem dieser beiden Länder steht gegenwärtig noch der entsprechende alte Eckpfeiler des Kontinents: dort in den Gondwanaschichten, hier in den mächtigen Gesteinsmassen der sogenannten Karroo-Formation. Letztere ist es, bei der wir noch einmal länger verweilen müssen. Es ist zwar anzunehmen, daß das, was sie uns über eine höchst merkwürdige Tierwelt von der Wende zur Sekundär-Periode enthüllt, im ganzen überhaupt ein Bild der alten Gondwanaland-Fauna sei, — wie denn an der andern Ecke, in Indien, wirklich entsprechendes sich zeigt. Aber die afrikanische Ecke erfreut sich vorläufig für uns der besten Erhaltung und eifrigsten Durchforschung, so daß die Erzählung sich auf sie beschränken kann. Das Wort „Karroo" stammt aus der Hottentotten-Sprache und bedeutet so viel wie hart oder dürr. Will man sich ein Bild machen, was für eine Art Landschaft gemeint ist, so muß man eine Gebirgskarte des Kaplandes aufschlagen.

Das ganze Kapland stellt eine ungemein deutlich entwickelte, gradezu typische Terrassenlandschaft dar. Vom Meere erhebt sich das Land zu einer ersten Treppenstufe von 60—300 m Höhe, bei einer Breite bis zu 110 km an den stärksten Stellen. Dahinter steigt fast wie eine senkrechte Mauer der Absturz einer zweiten Terrasse auf, deren Fläche in einer Höhe von 900 bis 1500 m über dem Meer sich nach kurzer, anfänglicher Unterbrechung durch einen Höhenzug 150 km weit als ebenes Hochplateau nach Norden erstreckt, um dann abermals vor den Mauern einer dritten Terrasse ihr Ende zu finden. Diese mittlere Ebene von 150 km Breite ist die eigentliche „Karroo“. In der trockenen Jahreszeit ein ödes Terrain, dessen eisenhaltige rote Thondecke zur Härte gebrannter Ziegelsteine ausdörrt und dem Landstrich den Namen gegeben hat, bedeckt sie sich in den drei Regenmonaten mit üppigem Gras und einem der herrlichsten Blumenteppiche der Welt.

Das Kapland mit seinen Terrassen und Hochebenen hatte, nachdem es relativ früh eine wichtige Weltstation der Kultur geworden war (1601 erste holländische Kolonie; 1814 definitive Besitzergreifung durch die Engländer), erst im Jahre 1867 eine entscheidende Rolle im Welthandel auch auf Grund seiner geologischen Eigentümlichkeiten erhalten. Damals kamen, zuerst in den Flußanspülungen, später auch auf den baumleeren Plateauflächen selbst, die ersten Diamanten zu Tage. Ihre eigentliche Ursprungsstätte waren wunderliche, aus der Tiefe kommende krystallinische Gesteinspröpfe, die wie in Schloten in der oberflächlichen Sandsteinmasse des Terrains steckten. Das erhöhte Interesse, das man seit dieser entscheidenden Entdeckung, die in den letzten Jahren jährlich etwa fünfzig Millionen Mark eingebracht hat, der Kap- und Karroo-Geologie zuwandte, ist glücklicherweise der eigentlichen geologischen Wissenschaft und vor allem der Paläontologie selbst zu gute gekommen und hat hier wieder andere, ideellere Schätze ausgelöst, die an wissenschaftlichem Werte gar nicht zu taxieren sind. Die mineralogische Unterlage der Kapschichten bilden krystallinische Schiefer, wie sie in ungeheurer Erstreckung und dort durchweg ohne jede Auflagerung späterer Meeresablagerungen den ganzen Stock des südafrikanischen Kontinentes von der Saharagrenze an zusammensetzen und die Existenz eines uralten, seit der vorkambrischen Zeit offenbar vom Wasser nie wieder im ganzen überfluteten Festlandes an dieser Stelle darthun. Auf den krystallinischen Massen der Kaplande allerdings liegen devonische Sedimente mit Trilobiten, die zeigen, daß hier unten das alte Meer zeitweise doch ein Stück vorgedrungen war, dann folgt ältere Kohlenformation mit Lepidodendren, und von da an bis zur Oberfläche kommen in völlig horizontaler, eben jene Tafelflächen wesentlich bedingender Lage die Sandsteine und Schieferthone der eigentlichen Karroo-Formation. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, daß sie in ihren unteren Lagen noch der im Norden fortdauernden Steinkohlenzeit entspricht, aber

jene seltsame Glossopteris-Flora und die Eisspuren in sich birgt, die ihr Bild dem des nordischen Karbons so unähnlich machen. Die oberen, jüngeren Karrooschichten gehören offenbar bereits dem Perm und zuletzt, mit verschwimmender Grenze, der Trias an.

Grade in diesen oberen Schichten nun tritt uns auf einmal eine ganz eigenartige Tierwelt entgegen: die Wirbeltierwelt, die nach den ersten reichen Fundstellen nun einmal mit dem Namen Karroo unzertrennbar verknüpft ist, obwohl Spuren ihrer Existenz nachträglich auch

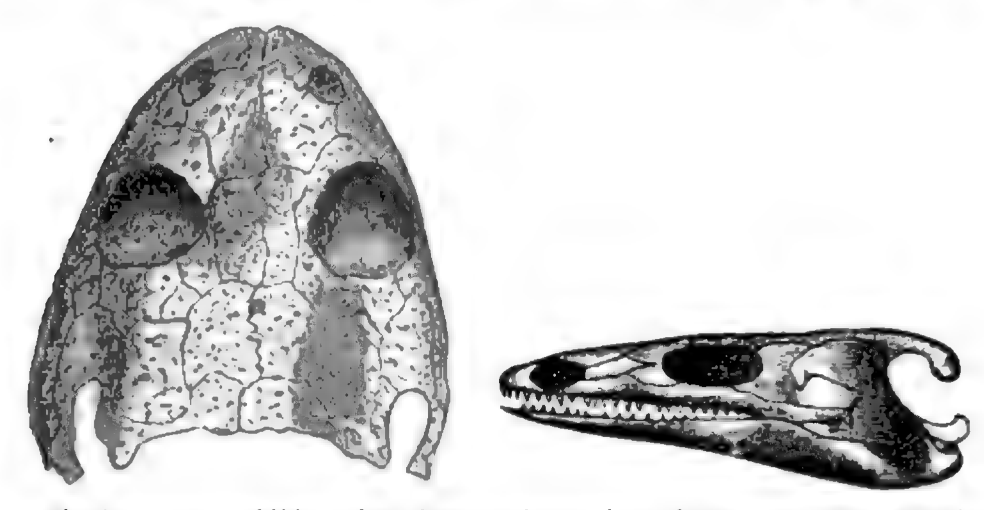


Eine Diamantgrube im Kapland.

von andern Orten, vor allem der andern, indischen Ecke des alten Gondwanalandes, bekannt geworden sind. Wir sehen uns in ein Land versetzt, wo inmitten einer Vegetation von zahlreichen Cykadeen und von Farnbäumen besonderer Art vor allem landbewohnende Amphibien und Reptilien ihr Wesen trieben, die zum Teil die Größe der vor noch nicht langer Zeit erst in der Karroo vom Menschen ausgerotteten Nashörner erreichten und von denen viele dem heute noch vereinzelt dort auftauchenden Löwen an Furchtbarkeit des Gebisses entschieden nichts nachgaben.

Die Reptil-Ordnung, die uns hier zum erstenmal entgegentritt, ist auf dem S. 387 mitgeteilten Stammbaum als Theromorpha oder

Säugerreptilien bezeichnet, und es ist dort angenommen, daß auch sie sich aus Ur-Reptilien von der Verwandtschaft der Schnabelköpfe entwickelt habe und mit diesen wahrscheinlich auf Panzer-Amphibien (Stegocephalen) zurückführe. Will man diese Entwickelung in Gondwanaland oder enger noch in den Karroo-Gegenden selbst sich geschehen denken, so giebt eine gute Hilfe dazu die Existenz echter Panzerlurche sowohl wie echter Schnabelköpfe in den Karroo-Schichten. Von ersteren sei die Steinkröte (Petrophryne granulata) vom Tafelberge bei der Kapstadt abgebildet, deren kleiner Schädel wirklich nur einem Tiere etwa von der Größe unserer lebenden Ochsenfrösche oder Riesenkröten (Bufo agua) entspricht. Unter den Schnabelköpfen ist die interessanteste Form der Mesosaurus, von dem ein etwas über 21 cm langes Skelett vorliegt und zu dem sich (ein wertvoller Fingerzeig für die mut-



Ein Panzer-Amphibium der Karroo-Formation (Trias von Süd-Afrika):
die Steinkröte (Petrophryne granulata).
Links der Schädel von oben, rechts von der Seite in natürlicher Größe. Das relativ kleine Tier, das dem Schädel zufolge nur etwa die Größe eines Ochsenfrosches hatte, zählt wahrscheinlich in die Verwandtschaft jener Stegocephalen, zu denen der S. 340 abgebildete Archegosaurus und die Labyrinthodonten gehören.

maßliche alte Ausdehnung von Gondwanaland) merkwürdigerweise eine ganz oder fast identische Form im Perm von Brasilien gefunden hat. Auf alle Fälle stehen die Theromorpha oder Säugerreptilien als Ganzes den ältesten und niedrigsten Reptilien noch sehr nahe, wenn auch die direkten Übergangsformen etwa zu den Schnabelköpfen uns nicht gegeben sind. Unter sich bieten sie ein Gewirre einander aufs schärfste widersprechender Gruppen, das es fast bedenklich erscheinen läßt, von einer geschlossenen Ordnung zu sprechen. Als Grundzug läßt sich bloß das Bild eines vierfüßigen, mit Gehfüßen für den Landgebrauch ausgerüsteten Tieres festhalten, das die doppelhöhligen Wirbel der Schnabelköpfe bewahrt und durch den einfachen Gelenkkopf sich als Reptil ausweist, in der Zweiköpfigkeit seiner Rippen, der Verschmelzung der Scham- und Sitzbeine, im Gebiß und noch anderen speziellen anatomischen Merkmalen aber teils die wider-

sprechendsten Kennzeichen verschiedener Reptilgruppen in sich vereinigt, teils gradezu aus der Reptilklasse heraus ins Reich der Säugetiere hinüberweist. Im engeren müssen vier Unterordnungen unterschieden werden, von denen drei typisch für die Karroo sind: die Anomodontia (von anomos gesetzlos und odus Zahn, also so viel etwa wie die Regellosbezahnten), die Pareio-

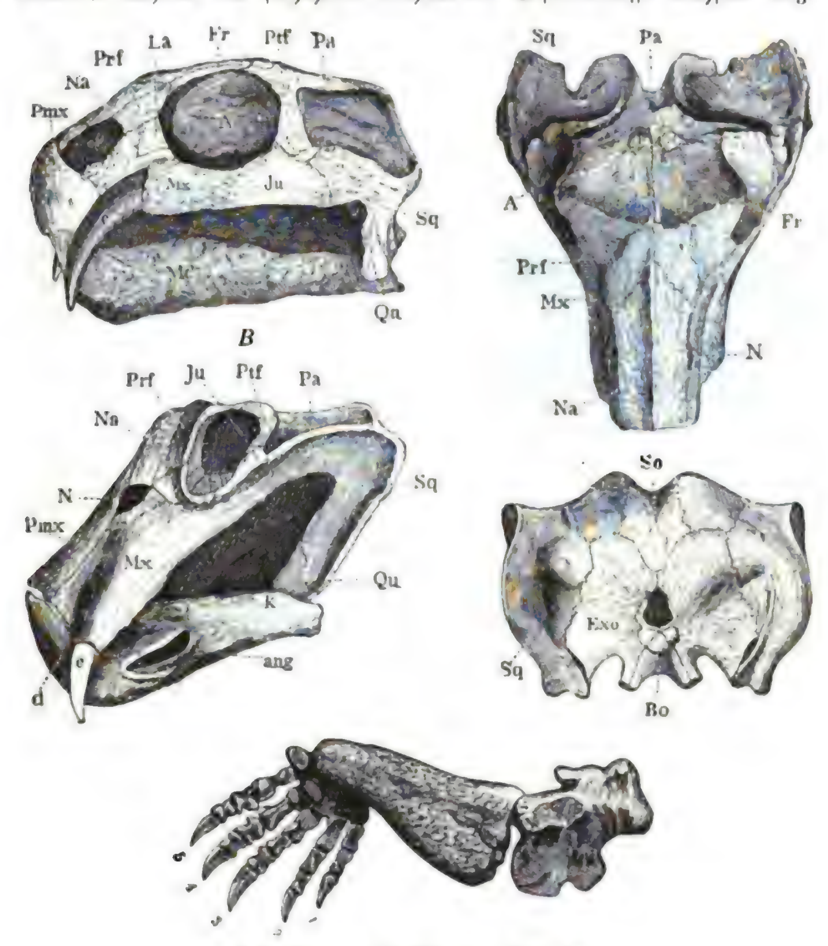


Richard Owen.
(Nach einer Lithographie von Rud. Hoffmann 1858.)

sauria (von pareia Wange und sauros Eidechse: Wangensaurier) und die Theriodontia oder Säugerzähner.

Die kühnste Phantasie eines Malers, der durch Aneinanderfügen möglichst ungleichartiger Teile groteske Fabeltiere zu gestalten suchte, würde vielleicht nicht darauf verfallen, den Kopf einer Schildkröte mit den Stoßzähnen eines Elefanten auszustatten. Die Natur hat dieses Kunst-

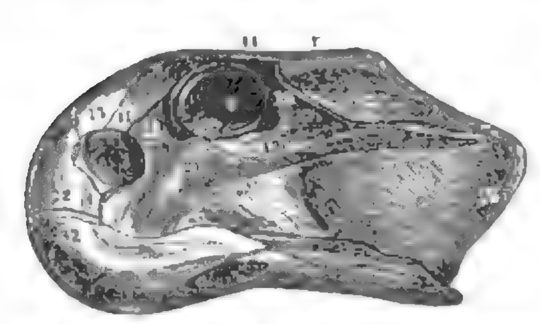
stück fertig gebracht, als sie den Typus des Dicynodon, des Doppelhundszähners aus der Gruppe der Anomodonten entstehen ließ. Im Jahre 1845 veröffentlichte A. Geddes Bain die ersten Nachrichten über das Vorkommen derartig unglaublicher Schädel mit schildkrötenartig zahnlosen Schnabelkiefern, in denen bloß oben zwei mächtige, walroßartige Hauer steckten. Skeletteile gelangten in der Folge ins Britische Museum und wurden, nachdem die stahlharte umhüllende Gesteinsmasse mühsam weg-



Reste seltsamer Reptilien der Trias-Zeit.

Die Tiere, in deren sonst zahnlosen, schildkrötenartigen Kiefern oben zwei mächtige Hauer sitzen, gehören der Unterordnung der Anomodontia aus der afrikanischen Karroo-Formation an. Der Schädel links oben stammt von Dicynodon lacerticeps, der linke unten von Ptychognathus declivis. Rechts ist der letztere von oben und hinten gesehen. Die Figur ganz unten giebt den Abdruck des linken Vorderfußes eines solchen Dicynodonten mit Resten der Hautbedeckung. (Alle Bilder in $^1/_3$ der natürl. Größe nach Owen)

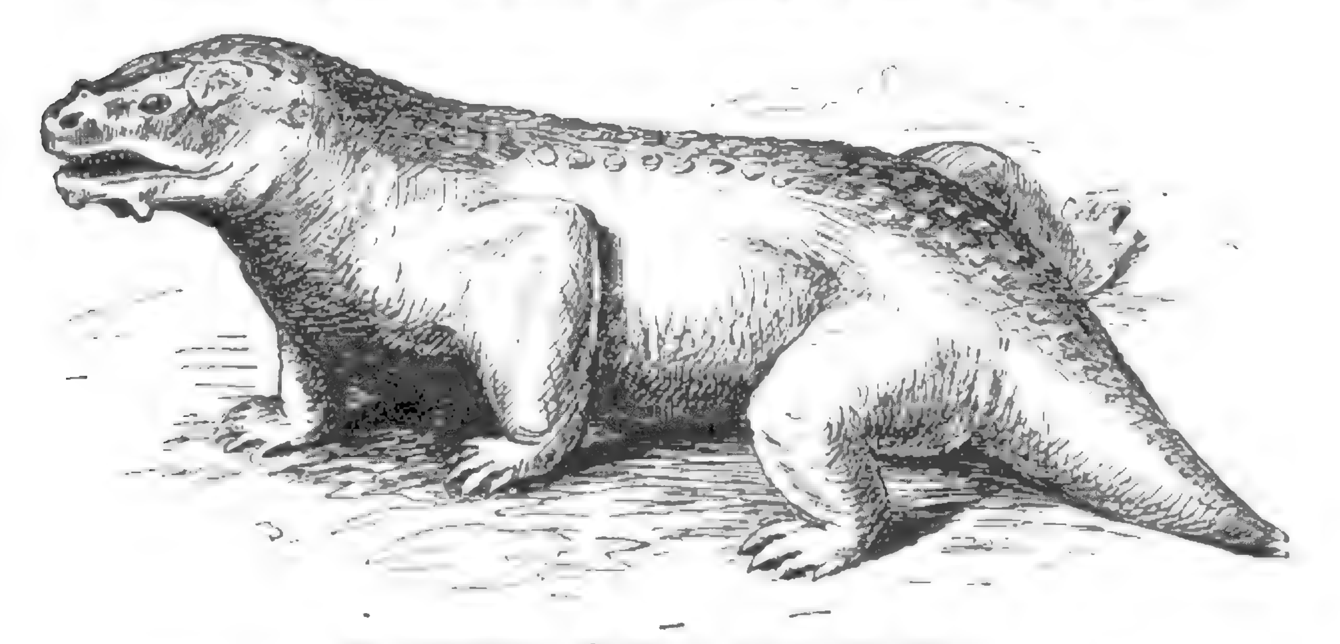
präpariert war, von Richard Owen ausführlich beschrieben. An Ort und Stelle sind die Überreste nicht selten, doch fehlt noch ein ganz zusammenhängendes Skelett. Die Örtlichkeit weist auf Bewohner des Landes oder wenigstens der Ufer von Süßwasserseen. Versuchen wir es, von Dicynodon uns ein ungefähres Bild zu machen, so mag ein (in großen Arten und Exemplaren) sehr stattliches Ungetüm erscheinen, dessen grotesker Schädel bis zu 45 cm in der Länge maß. Der Schädel ist in einer Weise verknöchert, die bei Reptilien nicht die Regel zu sein pflegt. Man ahnt aus dem Bau, wie winzig das Gehirn des offenbar trägen, stumpfsinnigen Geschöpfes gewesen sein muß, — um so energischer scheinen die Kaumuskeln gewesen zu sein. An dem Dicynodon unseres Bildes links oben läßt sich sehr gut erkennen, wie die Nasenbeine *(Na)* mit dem großen schrägen Zwischenkiefer *(Pmx)* eine vorspringende Schnauze bilden. Der Zwischenkiefer, obwohl völlig zahnlos, wird doch wohl wie bei den Schildkröten eine scharfe Hornscheide getragen haben, die einen kräftigen Biß ermöglichte. Der jederseits vorspringende große Fangzahn (*c*) saß in einer langen Scheide des Oberkiefers *(Mx)*, die sich nach außen in einer ziemlich starken Anschwellung des Kiefers andeutet. Der zahnlose Unterkiefer trug wohl ebenfalls eine Hornbekleidung. Wie die Beine ausschauten, zeigt die unterste Figur unseres Bildes nach einem sehr kleinen, aber wohlerhaltenen Abdruck, der sogar noch Reste der Haut erkennen läßt. Die Zehen (1 ist der Daumen) weichen nur wenig in der Länge untereinander ab, was dem Fuß Ähnlichkeit mit dem der Landschildkröten giebt. Der Rest der Merkwürdigkeiten des Skelettes umschließt, was eigentlich das Wichtigste an dem ganzen Tier ist, eine Anzahl unverkennbarer Anklänge an Säugetiere. So sind wie bei diesen die Beckenknochen zu einem einzigen Knochen solid verwachsen. Der stämmige Oberarm besitzt Ähnlichkeit mit dem der Schnabeltiere und trägt ein sogenanntes Entepicondilarloch (foramen entepicondyloideum), das für zahlreiche alte Säuger (darunter auch wieder die Schnabeltiere) charakteristisch ist, von lebenden Reptilien aber einzig der Brückenechse zukommt. Und was der Analogien mehr sind.



Zahnloser Schädel eines Reptils der Trias-Zeit (Karroo-Formation).
Von bewährten Forschern wird in diesem Tier bloß das mit Zähnen nicht bewaffnete Weibchen des S. 399 abgebildeten Dicynodon erblickt. Nach anderen ist es eine besondere Anomodonten-Art, die Oudenodon genannt worden ist. (Nach Owen.)

Wenn gewisse Vermutungen recht behalten, so zeigte das Dicynodon noch eine letzte Absonderlichkeit darin, daß die Geschlechter im Ansehen voneinander abwichen. Mit den bewehrten Dicynodon-Schädeln zusammen finden sich entsprechend große, bei denen der Oberkiefer zwar an der Stelle,

wo die Höhle für den Fangzahn bei den andern sitzt, auch blasig aufgetrieben, innen aber mit Knochensubstanz ausgefüllt ist, so daß der Kopf gänzlich zahnlos bleibt. Nach der Ansicht bewährter Forscher haben wir hier das Weibchen des Dicynodon vor Augen. Die Vermutung hat viel für sich, läßt sich aber nicht strikt beweisen. Andere, die ihr noch nicht zustimmen wollen, haben einstweilen den fraglichen Typus als eine besondere Gattung Oudenodon den Dicynodonten angereiht. Die ebenfalls eng anschließende, auf dem Bilde S. 399 unten links gebotene Gattung Ptychognathus muß mit ihren beinah viereckigen Augen und dem schräg verzerrten Schädel den scheußlichsten Anblick in der ganzen Gruppe dargeboten haben.

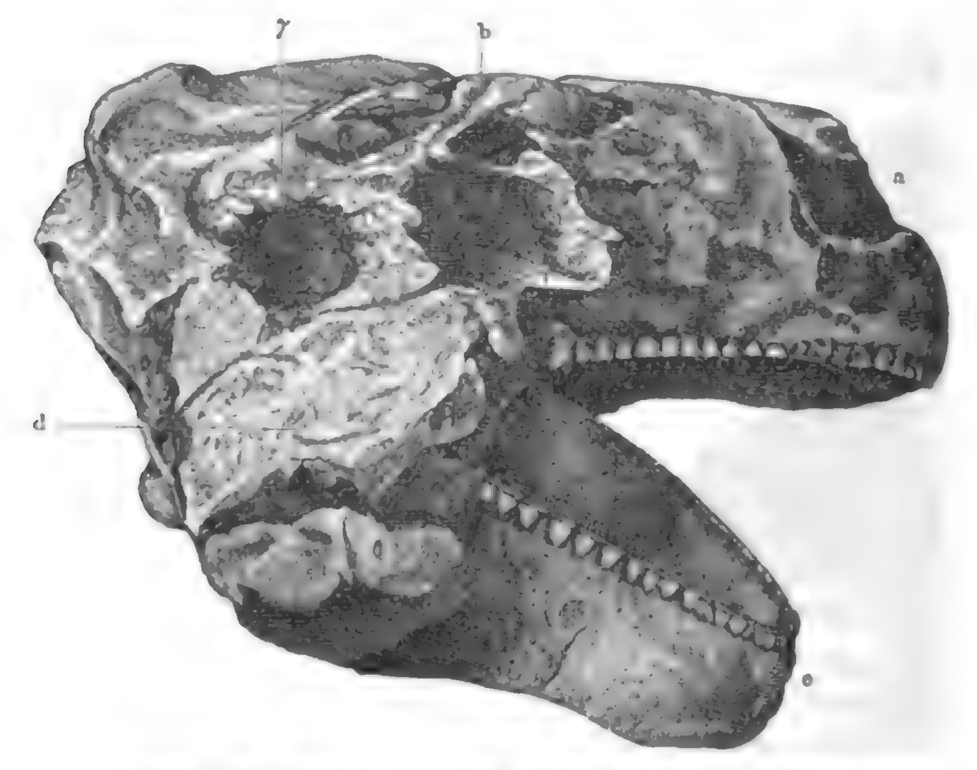


Der Pareiosaurus (Reptil der Karroo-Formation),
rekonstruiert nach einem fast vollständigen Skelett im Naturhistorischen Museum zu London von Hutchinson und Smit.

Eine vierte Gattung, Platypodosaurus, von der man einen großen Teil des Skelettes, dagegen keinen Schädel gefunden hat, zeigt nach Owens Ausführungen von allen am meisten Ähnlichkeit mit den heute lebenden Schnabeltieren.

Nicht leicht läßt sich in der Bezahnung ein schärferer Gegensatz zu den Dicynodonten denken als ihn der umstehende Schädel des Pareiosaurus serridens zeigt, eines Vertreters der zweiten jener Unterordnungen der Karroo-Reptilien. Von all den vielgestaltigen Typen des Kaplandes, die der vage Begriff der Säugerreptile zusammenfaßt, ist dieser vorläufig der einzige, von dem wir uns ein Bild des äußeren Habitus im ganzen Umriß machen können. In den letzten Jahren ist von Seeley ein nahezu vollständiges Skelett des Pareiosaurus Beini geborgen worden. Unser Bild zeigt den ersten Versuch einer Rekonstruktion nach diesem jetzt in London aufgestellten Exemplar. Der einzelne abgebildete Schädel, der schon länger

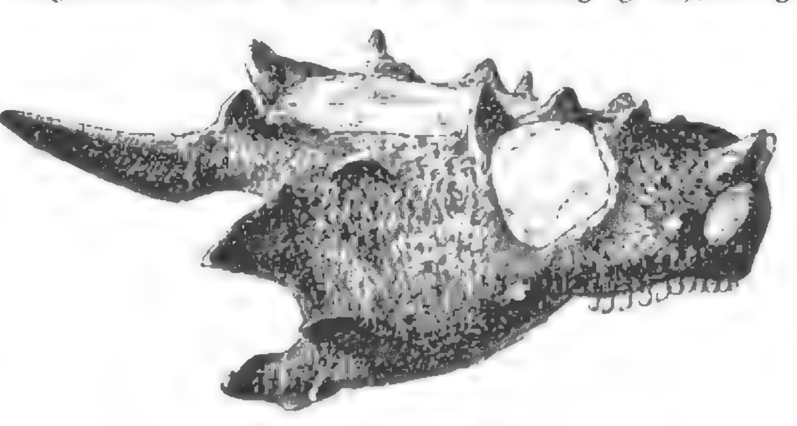
bekannt war, ist 40 cm lang und hinten ebenso breit. Die Kopfknochen zeigen außen eine rauhe Skulptur. Das Merkwürdigste an ihnen ist der breite, wie ein dicker Auswuchs absteigende Fortsatz des Jochbogens *d*, daher der Name „Wangensaurier“. Über Oberkiefer, Zwischenkiefer und Unterkiefer läuft eine ununterbrochene Reihe von jedesmal etwa 30 Zähnen mit etwas abgekauter Krone. Die Haut war wahrscheinlich dick beschuppt. Bei der zu der Rekonstruktion benutzten Seeley'schen Art scheinen die



Reptil der Karroo-Formation (Trias von Süd-Afrika):
Pareiosaurus serridens.
Der etwa 40 cm lange Schädel zeichnet sich durch ein Gebiß aus, das eine gewisse Ähnlichkeit mit dem des ausgestorbenen Huftieres Anoplotherium, ja gar dem des Menschen besitzt: alle Zähne sind gleich hoch und stehen luckenlos nebeneinander. Von dem Jochbogen des Schädels steigt (bei *d*) ein breiter Knochenfortsatz abwärts über den Unterkiefer weg, — eine Bildung, die bei keinem andern Reptil, dagegen wohl bei einigen Beutlern und Zahnarmen (z. B. Megatherium) unter den Säugetieren wiederkehrt. *b* ist die Augenhöhle, *a* die Nasenhöhle, γ die Schädelgrube. Die Haut war anscheinend mit derben Schuppen bedeckt. Dem Gebiß zufolge war das Tier jedenfalls Pflanzenfresser. (1/8 der natürlichen Größe nach Owen.)

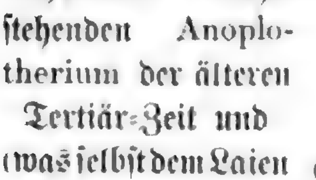
Auswüchse des Schädels noch komplizierterer Art gewesen zu sein. Welcher unglaublichen Auswüchse an allen möglichen Ecken und Enden ein solcher bizarrer Theromorphenkopf fähig war, lehrt am besten der kürzlich im schottischen Trias-Sandstein (Elgin-Sandstein) gefundene Schädel auf beistehender Figur, der mindestens 16 Hörner und Vorsprünge zeigt, so daß das Tier einige Ähnlichkeit mit der heutigen scheußlichsten Eidechse Neu-Hollands, dem über und über bedornten Moloch (Moloch horridus) gehabt haben muß. Der betreffende Schädel, als Elginia mirabilis bezeichnet, scheint in die Nähe der Pareiosaurus-Arten zu gehören.

Was bei der Betrachtung der ganzen Gattung Pareiosaurus immer wieder zu denken giebt, ist das Gebiß. In gewissem Sinne läßt sich behaupten, daß dem allgemeinen Anblick nach eine derartig gleichförmige Zahnreihe nur noch zweimal im Tierreich wiederkehrt, und zwar beidemal bei Säugetieren: bei dem pflanzenfressenden, den heutigen Schweinen nahestehenden Anoplotherium der älteren Tertiär-Zeit und (was selbst dem Laien sich aufdrängen wird) beim Menschen. Nicht weniger ins Reich der Säugetiere weist aber der Jochbogenfortsatz: er tritt ähnlich nur bei einigen Beuteltieren und vor allem bei den großen ausgestorbenen Zahnlückern, wie dem Megatherium (Riesenfaultier) und Glyptodon auf. Immer deutlicher scheint hier ein Zusammenhang sich anzudeuten, dessen ungeheure Tragweite uns gleich näher beschäftigen soll, sobald wir unsern Rundgang durch das Karroo-Museum beendigt haben.

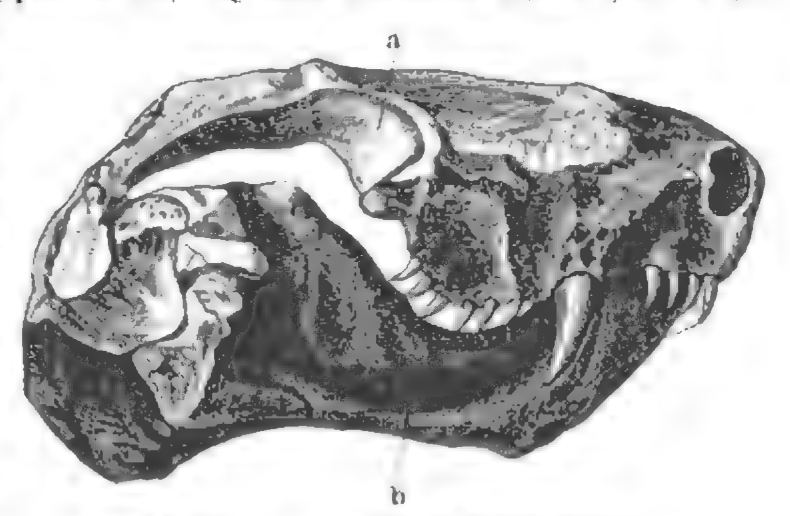


Die Elginia mirabilis.

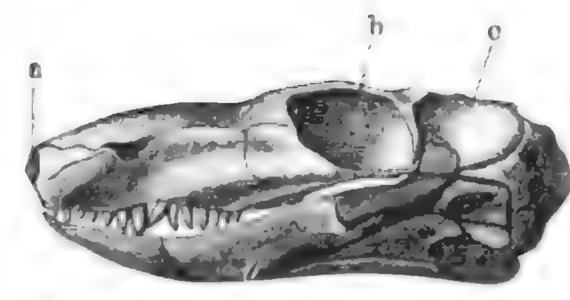
Schädel eines gehörnten Reptils aus der schottischen Trias.
(Restauriert nach E. T. Newton, mitgeteilt in Hutchinsons Creatures of other days 1894.)



Die dritte Theromorphengruppe treibt die Wunder der Bezahnung auf die Spitze. Direkt als Theriodonta (Säugetierzähner) bezeichnet, tritt uns eine Unterordnung darin entgegen, deren im folgenden mitgeteilte Schädel wohl auch den in solchen Dingen ungeübteren Beschauer nicht nur allgemein an Säugerschädel, sondern sogleich an die bestimmten Ordnungen der Raubtiere erinnern werden. Vor allem ist es der zuerst gebotene Lycosaurus, der auf den ersten raschen Blick wohl ein etwas defekter oder verschobener Katzenkopf sein könnte. Das Gebiß besteht im Oberkiefer jederseits



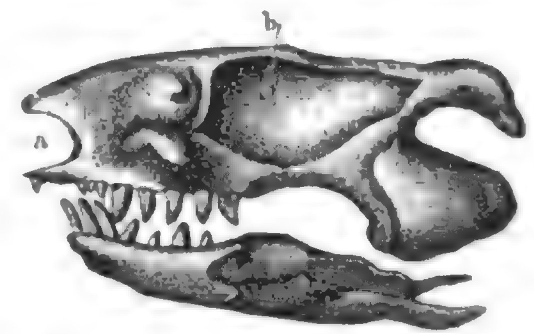
Schädel eines raubtierähnlichen Reptils der Karroo-Formation (Trias von Süd-Afrika):
Lycosaurus curvimola.
a ist die Augenhöhle, b der Unterkiefer. Das Gebiß mit seinen haarscharfen Schneide-, Eck- und Backenzähnen ähnelt in mehrfacher Beziehung dem der Raubtiere unter den Säugern.
(1/3 der natürlichen Größe. Nach Owen.)



Ein Reptil der Karroo-Formation (Trias von Süd-Afrika):
Scaloposaurus constrictus.
Der noch nicht 8 cm lange Schädel ist von der Seite gesehen. *a* bedeutet die Nasenhöhlen, *b* Augenhöhlen, *c* Schädelgruben. Das Gebiß dieses kleinen, wahrscheinlich insektenfressenden Reptils ähnelt dem unseres heutigen Blindmolls (Spalax typhlus) unter den Säugern.

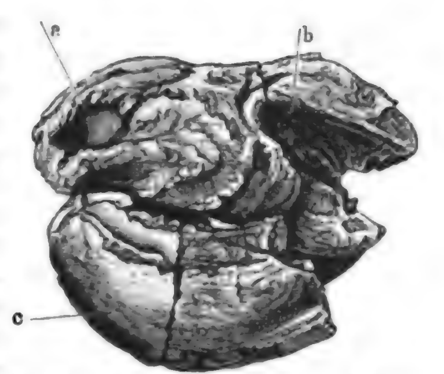
deutlich aus 4 in tiefen Höhlen steckenden Schneidezähnen, einem mächtigen Eckzahn, der über den Unterkiefer wegragte und mehreren Backenzähnen, die allerdings hier nur die Stelle solcher einnehmen, in der Form aber wieder Schneidezähnen ähneln. Der Unterkiefer, der schlechter bekannt ist, scheint ähnlich bewehrt gewesen zu sein. Die Karroo-Formation hat leider nicht genug Reste geliefert, um zu diesem Schädel, der offenbar einem höchst gefährlichen Fleischfresser angehört hat, das ganze Geschöpf zu ergänzen. Hier sind aber Funde helfend eingetreten, die man in neuerer Zeit in Nord-Amerika (Texas, Illinois) gemacht hat. Während sich dort bisher nie eine Spur von Dicynodonten gezeigt hat (Reste solcher sind außer am Kap in Indien, am Ural und in Schottland gefunden worden), kamen in (wahrscheinlich noch dem Perm angehörigen) Schichten zahlreiche Theriodonten zu Tage. Dabei hat sich als besondere Merkwürdigkeit gezeigt, daß die Wirbel der Rücken- und Lendengegend nach oben enorm hohe Dornfortsätze besaßen, die das Tier in einer schwer auszumalenden Weise (vielleicht in Form eines Stachelkammes) entstellt haben müssen. Jenes charakteristische Loch im Oberarm, das die Dicynodonten zeigten, ist auch hier sehr deutlich entwickelt und hilft nochmals die Analogie zu den Raubtieren unter den Säugern verstärken, da grade dieses Merkmal auch sie auszeichnet. Im Rahmen der Reptilien-Natur blieb dagegen die Hautbekleidung mit knöchernen

Der Schädel von Scaloposaurus constrictus
von oben gesehen.
a Nasenhöhlen, *b* Augenhöhle, Schädelgruben, *d* Gelenkhöcker.



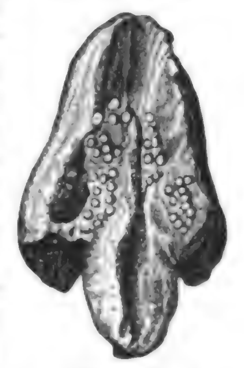
Ein Reptil der Karroo-Formation (Trias von Süd-Afrika):
Procolophon trigoniceps.
Der Schädel (*a* Nasenhöhle, *b* Auge) ist etwa 5 cm lang. Das Gebiß gleicht dem des Igels.

Schuppen, die besonders bei einer Gattung aus Texas (Theropleura) erhalten ist. Wie wechselnd im Ansehen die Theriodonten-Schädel sind, mag der Rest der Figuren erläutern. Scaloposaurus, wieder eine Karroo-Form, ähnelt im Zahnbau mehr einem Insektenfresser (Maulwurf), als einem echten Raubtier. Ebenso erinnert Procolophon an den Igel. Ganz aus der Reihe fällt Endothiodon, bei dem die zahnlosen Kieferränder schnabelartig aufeinandergreifen wie bei Dudenodon, während an der Innenseite des Unterkiefers drei Parallelreihen kleiner Zähne stehen, denen oben drei Reihen Gaumenzähne entsprechen.



Ein Reptil der Karroo-Formation (Trias von Süd-Afrika):
vorderer Teil des Kopfes von Endothiodon bathystoma (von der Seite).
a Nasenhöhle, b Auge, c Unterkiefer. Die Kieferränder sind zahnlos und schnabelartig scharf, dagegen stehen auf dem verknöcherten Gaumen und der Innenseite der Unterkiefer Haufen kleiner Kegelzähne, wie das folgende Bild zeigt.

Als Anhang, um das Bild der Säuger-Reptilien ganz abzurunden, ehe wir es zu weiteren Konsequenzen benutzen, mag hier noch die vierte, oben nicht genannte Unterordnung der Theromorphen besprochen sein: die Placodontia oder Pflasterzähner. Diese Tiere, absonderlich genug wie ihre Verwandten, können in den Karroo-Schichten nicht leicht vorkommen, da sie ausgesprochene Meeresbewohner waren, sie finden sich dafür in unserm deutschen Muschelkalk, z. B. bei Bayreuth, bei Berlin in Rüdersdorf und sonst an vielen Orten. Der Schädel, den das Bild in dem typischen Placodus zeigt, ist, abgesehen von dem wunderlichen Gesamthabitus, der sich in den Augenhöhlen, den Nasenlöchern und der Knickung vor der Nasenregion ausdrückt, besonders berühmt geworden durch seine ganz eigenartige Bezahnung. Die ersten, 1830 in Bayreuth entdeckten Zähne wurden selbst von einem Kenner wie Agassiz für Fischreste gehalten. Erst 1858 betonte der unermüdliche Owen die Reptilien-Natur, die bald durch Freilegung des einfachen Gelenkkopfes an ganz erhaltenen Schädeln aufs beste sich bestätigen sollte. Aber der Placodus bleibt darum ein absonderliches Reptil, über das man erst durch Vergleichung mit den afrikanischen und amerikanischen Theromorphen einigen Aufschluß erlangt hat. Die Bezahnung zeigt das Bild links unten besser, als Worte


Gaumenzähne des Endothiodon bathystoma aus der Karroo-Formation.

vermögen. Auf dem eigentümlich solid gebauten Gaumen stehen jederseits 3 große, schwarze Pflasterzähne, während der Oberkiefer selbst seitlich je 4 bis 5 kleinere Backenzähne und der Zwischenkiefer vorne (auf dem Bilde nicht mehr sichtbar) 3 meißelförmige Schneidezähne trägt. Der Unterkiefer besitzt ebenfalls jederseits 2 stumpfe, beinahe platt nach vorne liegende Schneidezähne und hinten 3 Pflasterzähne, die ihrer Lage nach



Der Schädel eines Reptils der Trias-Zeit, das auf dem Gaumen große, pflasterartige Zähne trug.

Die obere Figur giebt den Schädel von Placodus hypsiceps aus dem Muschelkalk von Bayreuth (1/3 der natürl. Größe, nach H. v. Meyer), unten ist der Schädel des P. gigas von unten und oben (1/3 der natürl. Größe). Der Placodus war ein Bewohner des Meeres. Seiner systematischen Stellung nach scheint er in die Nähe der Säugerreptilien (Theromorpha) zu gehören. (Das Bild nach H. v. Meyer.)

auf die Gaumenzähne passen. Das Körperskelett der Plakodonten ist leider fast gar nicht bekannt. Zusammen mit den Pflasterzahn-Schädeln sind gelegentlich hohle, schlanke Knochen von 27 cm Länge gefunden worden, die von einzelnen Beobachtern auf Schwanzwirbel, ja auf Halswirbel bezogen worden sind, wobei denn zu dem ohnehin seltsamen Kopf ein vollends ungeheuerlicher Leib käme. Es ist aber sehr die Frage, ob diese Knochen

wirklich zu den Plakodontenresten gehören und nicht ganz andern Tieren ihre Herkunft verdanken.

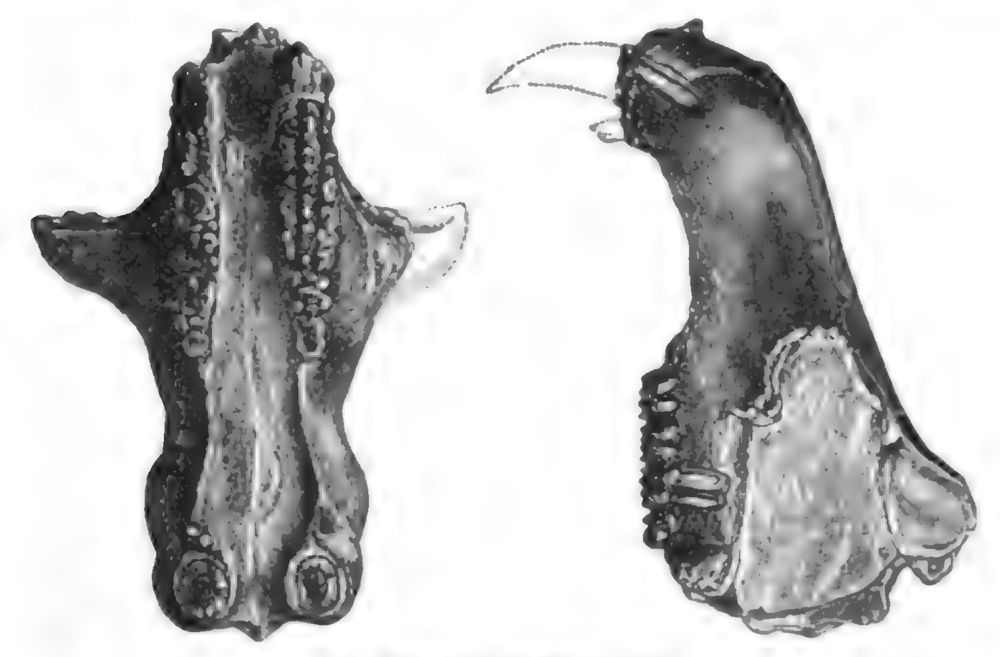
Sind die Theromorphen, speziell die Theriodonten die Ahnen der Säugetiere? Diese Frage muß sich jedem aufdrängen, der gesehen hat, wie hier ganz plötzlich eine Reptilgruppe — und zwar eine der ältesten der Erde —, die ausgesprochenste Übereinstimmung mit Säugetieren in wichtigen Teilen ihres Skeletts zeigt. Die Säuger, zu denen wir Menschen selbst gehören, sind die höchste Gruppe der Wirbeltiere und aller Organismen überhaupt. Tiefer als alle die Entwickelungsprobleme bisher muß uns die Frage nach ihrem Anfang ergreifen, und die mühevolle Detailarbeit mit Meißel und Feder, die den Erforschern der Karroo-Reptilien oblag, wäre überreich belohnt, wenn an dieser Stelle eine Antwort gegeben wäre. Von sehr kompetenten Beurteilern ist in der That kein Anstand genommen worden, die Säugetiermerkmale der Theriodonten als stammesgeschichtliche Dokumente in Anspruch zu nehmen. Nachdem der alte Owen selbst gewisse hierher neigende Aussprüche, allerdings verklausuliert in seine ziemlich wunderlichen allgemeinen Ansichten über organische Fortentwickelung, gethan, hat der unermüdlich forschende und ebenso in Ideen stets höchst anregende amerikanische Paläontolog Cope die Ableitung der niedrigsten echten Säuger von den permisch-triasischen Säugerreptilien ausführlich zu begründen versucht. Seinen Anschauungen entsprechen auch die von Häckel. Von anderer Seite ist dagegen betont worden, daß es sich wahrscheinlich nur um eine trügerische Analogie, hervorgerufen durch Anpassungen an gleiche Verhältnisse, handle. Anpassungen erzeugen oft sehr bestechende Ähnlichkeiten auch da, wo jede wahre Stammverwandtschaft fehlt. Der Walfisch gleicht in vielem äußerlich dem echten Fisch, obgleich es keineswegs so steht, als wenn die Säuger sich etwa über walfischähnliche Formen weg aus den Fischen entwickelt hätten: das Gleiche beider beruht auf dem gleichen Milieu, dem sie sich angepaßt haben. In ähnlicher Weise sollen sich die Säugermerkmale etwa des Lycosaurus (S. 403) bei den Theriodonten erklären. Eine räuberische, fleischfressende Lebensweise, die völlig der heutigen bei unsern großen Katzen entsprach, soll das Gebiß bei ihm raubtierartig (vor allem mit großem Eckzahn) gestaltet und ebenso seine Gliedmaßen zu katzenähnlichen gemacht haben, ohne daß eine wirkliche nähere Verwandtschaft zu den echten Raubsäugern bestände. Der Streit schwankt im Moment noch lebhaft hin und her und kann nicht endgiltig entschieden werden. Gewiß ist noch ein weiter Schritt vom echten Säugerschädel zu diesem Säugerreptilkopf. Alle uns bekannten Säuger beispielsweise tragen am Hinterkopf zwei Gelenkköpfe, alle bekannten Reptile seit uraltester Zeit aber nur einen. Da die Amphibien (z. B. eben die triasischen Labyrinthodonten) in diesem Punkt den Säugetieren gleichen, könnte man denken, daß ein Rückschlag auf sie erfolgt sei, als die Reptile Säuger wurden, aber das klingt in hohem Grade gezwungen.

Huxley hat darum lieber noch an der direkten Amphibienabstammung der Ursäuger festgehalten, womit die Theriodonten ganz belanglos für diese Stammbaumecke blieben. Aber auf der andern Seite läßt sich doch nicht so einfach über das Theriodontenskelett als trügerische Anpassungsähnlichkeit weggehen. So viel steht fest, daß sicher nicht alle fleischfressenden Reptilien dieser und der Folgezeit auf Grund von Anpassung ein so säugerähnliches Gebiß und Skelett erlangt haben, — es muß also doch wohl in den Geheimnissen von Gondwanaland irgend etwas gesteckt haben, was grade zu solchen Säugertendenzen hinführte. Auch die Analogien zu den lebenden Schnabeltieren, Säugern niedrigster Art, die sicherlich der reptilischen Stammgruppe heute noch am nächsten stehen, mag diese nun gesucht werden, wo sie will, sind mit dem einfachen Anpassungsgedanken nicht erklärt. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß man mit den Säugerreptilien zum mindesten dem springenden Punkt in der Urgeschichte der Säugetiere nahe gekommen, kann also schlechterdings nicht geleugnet werden. Die fortschreitende Betrachtung der Dinge mahnt aber hier daran, daß wir uns überhaupt jetzt erst einmal nach den ältesten paläontologischen Urkunden für den Säugerstamm umsehen müssen, ehe wir auch nur vermutungsweise irgendwo Stellung nehmen. Merkwürdigerweise tritt uns hier sogleich eine im Rahmen von Gondwanaland und der Karroo-Formation bleibende Thatsache entgegen. Der älteste aller bekannten echten Säugerschädel stammt aus der Trias vom Kap.

Zu Anfang der achtziger Jahre erhielt Owen aus den Karroo-Schichten von Basutoland am Kap ein größeres Schädelbruchstück, das er sogleich als Säugerrest erkannte und als Tritylodon longaevus beschrieb. Das zugehörige Tier muß etwa die Größe eines Hasen gehabt haben. Das Fragment belehrt uns nur über die vordere Kopfhälfte, zeigt aber wenigstens das Gebiß des Oberkiefers deutlich. Auf den ersten Blick wird man auch bei dem Gebiß an einem Hasen erinnert. An jeder Ecke des Zwischenkiefers sitzt ein mächtiger Schneidezahn, an den ein winziges Zahnstiftchen unmittelbar sich anreiht. Dann kommt jederseits eine breite Lücke, endlich folgen je sechs Backenzähne. Die vier hinteren sind viereckig und werden durch drei Höckerreihen und tiefe Furchen dazwischen in einer äußerst charakteristischen Weise dreigeteilt. Ein zweiter Schädel hat sich bisher nicht gefunden. Dagegen ist eine Sandsteinplatte von Klipfontein (Kap) von Seeley 1888 beschrieben worden, auf der man den Abdruck des rechten Vorderfußes und Teile des Hinterfußes eines Säugetiers sieht, das etwa Kaninchengröße hatte. Die Einzelheiten des Baues erinnern an Raubtiere, an Nager, an das Landschnabeltier Echidna, sogar an Halbaffen. Ob man hier die Füße des Tritylodon vor sich hat, oder ob es sich um eine besondere Form uralter Säuger der Trias handelt, ist schwer festzustellen. Seeley glaubte das letztere und nannte das so schattenhaft nur überlieferte Wesen Theriodesmus phylarchus. Auch ein so beschaffener Skelettrest ist seitdem am Kap

nicht mehr gefunden worden. Die weiter eingehende Untersuchung des Tritylodon ergab aber noch zwei höchst wichtige Anhaltspunkte.

Als der Karroo-Schädel bekannt wurde, besaß man bereits seit langer Zeit ein paar winzig kleine Zähnchen aus der deutschen Trias, die an der Existenz triasischer Säugetiere in Europa keinen Zweifel ließen. Die ersten wurden 1847 von Plieninger bei Echterdingen in Württemberg im sogenannten Bonebed gefunden. In der obersten Stufe des deutschen und englischen Keupers findet sich eine schmale Schicht, die berühmt ist durch die massenhafte Anhäufung von zertrümmerten Resten fossiler Wirbeltiere, besonders von Fischen und ihren Kotballen (Koprolithen). Quenstedt



Ein Säugetier der Trias-Zeit:
Tritylodon longaevus *Owen*.
Oben der Schädel in Seitenansicht, daneben die Unterseite. Dieser Schädelrest, der in der Größe etwa dem Schädel eines Hasen entspricht, ist der älteste überhaupt bekannte Schädelrest eines Säugetiers auf der Erde. Er wurde in den Ablagerungen der sogenannten Karroo-Formation (vergl. Text S. 395) in Basutoland (Süd-Afrika) gefunden. (Nach Richard Owen.)

hat sie in Schwaben drastisch genug die „Kloakenschicht“ genannt. Die Engländer reden etwas decenter von einem „Knochenlager“ (Bonebed), und ihr Name hat sich allgemeine Giltigkeit verschafft. Wie das Bonebed sich gebildet habe, ist ein strittiger Punkt. Alles weist auf zusammengeschwemmtes Material, aber es ist schwer zu begreifen, wie eine solche Schwemmmasse sich zur selben Zeit in weiten Teilen Deutschlands und Englands einheitlich als kompakte Schicht abgelagert haben solle. Einerlei nun, wie es darum steht: im Bonebed beider Länder liegen kleine triasische Säugerzähne. Auf die Proben von Echterdingen gründete ihr Entdecker einstweilen die Gattung Microlestes (M. antiquus), wobei er an Zugehörigkeit zu Insektenfressern (Igel, Spitzmaus) dachte. In der Folge

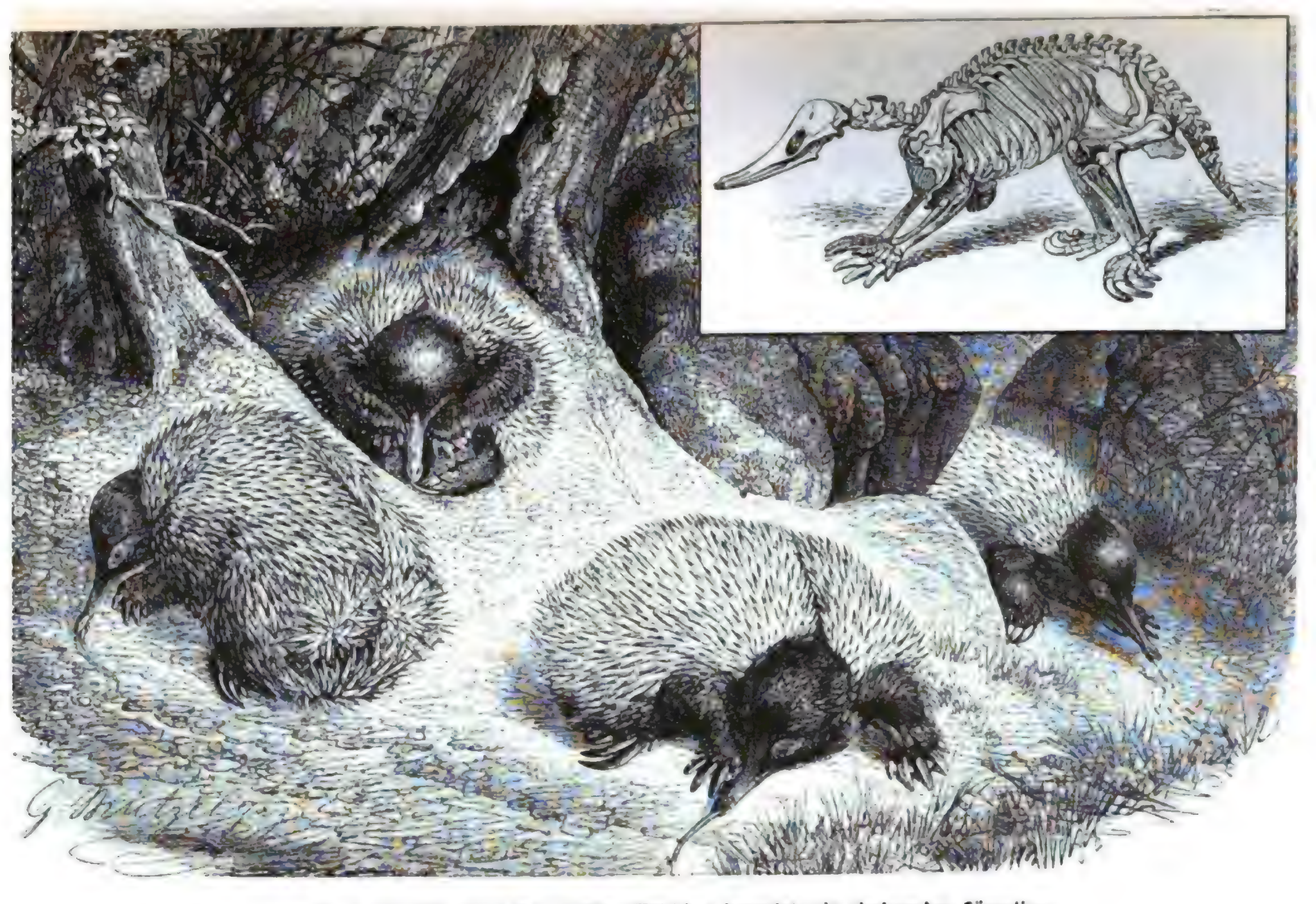
kamen noch etwas abweichende Backzähnchen im Stuttgarter Bonebed zu Tage, so daß Fraas eine zweite Gattung, Triglyphus (T. Fraasii), dafür ansetzen mußte. Zum Erstaunen aller Paläontologen aber stellte sich nun vor dem Schädel vom Kap heraus, daß die hinteren Backzähne von Tritylodon fast vollständig denen von Triglyphus glichen. Zur selben Zeit, da Tritylodon am Kap lebte, muß also in Württemberg ein allerdings ziemlich viel kleinerer Säuger derselben Familie existiert haben. Auch die Mikrolestes-Zähne standen Tritylodon zweifellos sehr nahe, wenn auch die Familie wohl hier nicht genau die gleiche ist. Damit hatte man zunächst eine geographische Thatsache von hoher Bedeutung in Händen: Tritylodon war kein isolierter Vorposten, — ähnliche Säuger lebten offenbar in der Trias schon weit verbreitet auf der Erde.

Die zweite Hilfsthatsache, auf die man dann aufmerksam wurde, betrifft ein noch lebendes Säugetier, allerdings eins der rätselhaftesten von allen, das seit der Zeit der ersten darüber einlaufenden Nachrichten die Zoologen immerzu im Eifer gehalten hat. Einmal wieder führt unsere Wanderung nach Australien hinüber. In dieser Gegend der Erdkugel, — der so spät erst erforschten, aber an Wundern so reichen, — sind uns wiederholt jetzt schon Typen urältester Tierwelt entgegengetreten, Reliquien längst entschwundener Zeit, die der Fortschritt hier gleichsam vergessen zu haben scheint. An die Küsten Australiens treibt heute noch der Wind die leeren Schalen des paläozoischen Nautilus. Im Australmeer schwimmt der devonische Hai Cestracion, im Ufersand birgt sich eine besondere Species des Urfisches Amphioxus. In den Klüften der australischen Insel Neu-Seeland lauert der permische Schnabelkopf Hatteria. In den Sumpf des neuholländischen Festlandes wühlt sich der triasische Molchfisch Ceratodus.*) Dieser Sumpf und die angrenzende Steppe aber

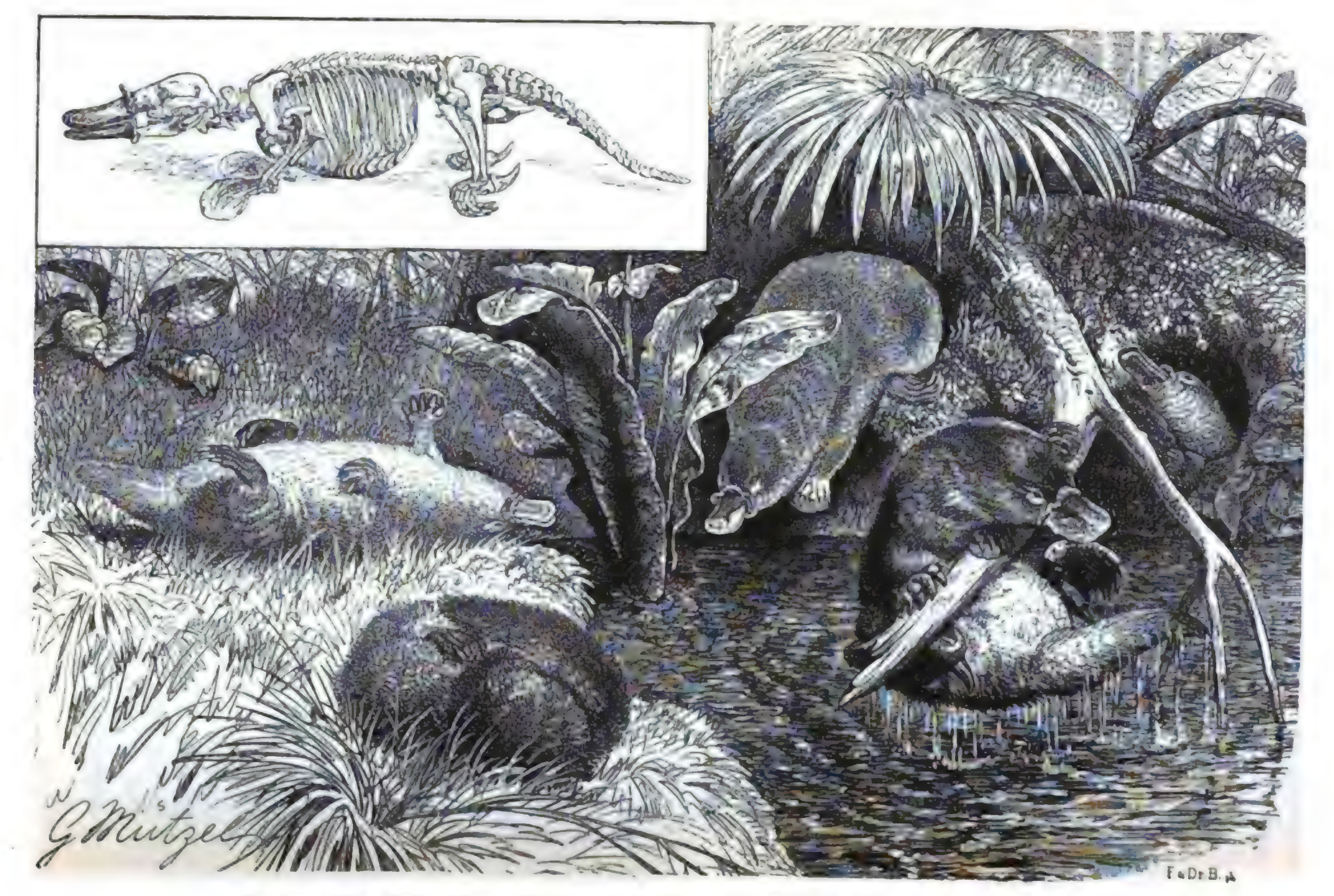
*) Das nebenstehende Bild giebt eine allgemeine Landschaftsskizze aus dem australischen Busch, die auch einige der (zum Teil ebenfalls altertümlichen) Pflanzentypen Neu-Hollands, wie sie den Hintergrund einer so seltsamen Tierwelt bilden, zur Darstellung bringt. Ganz vorne ein Sumpf mit schwarzen Schwänen (Cygnus atratus) und den im Text oben besprochenen Schnabeltieren (Ornithorhynchus paradoxus). In der Mitte Känguruhs (Macropus giganteus) aus der Ordnung der Beuteltiere, die zu den ältesten Säugergruppen der Erde gehört und heute fast ganz auf Australien beschränkt ist, dahinter Emu-Strauße (Dromaeus Novae-Hollandiae), Vertreter einer ebenfalls uralten Gruppe der Vögel. Unter den Pflanzen gewahrt man links die schon in der Steinkohlen-Zeit so üppig entfalteten Baumfarne, dahinter eine sogenannte Kasuarine (Casuarina), die im Äußern eine gewisse Ähnlichkeit mit den triasischen Riesenschachtelhalmen (s. Bild S. 376) zeigt und zu einer stammesgeschichtlich höchst interessanten alten Pflanzenfamilie gehört (vergl. Text S. 317). Rechts stehen vorne Grasbäume, dahinter Eukalyptusstämme (Eucalyptus amagdalina), die von allen Bäumen der Erde die größte Höhe (bis 152 m) erreichen; ganz im Hintergrunde rechts ragt der wunderliche Flaschenbaum.



Landschaft aus dem australischen Busch.



Das australische Land-Schnabeltier (Echidna hystrix), ein eierlegendes Säugetier.



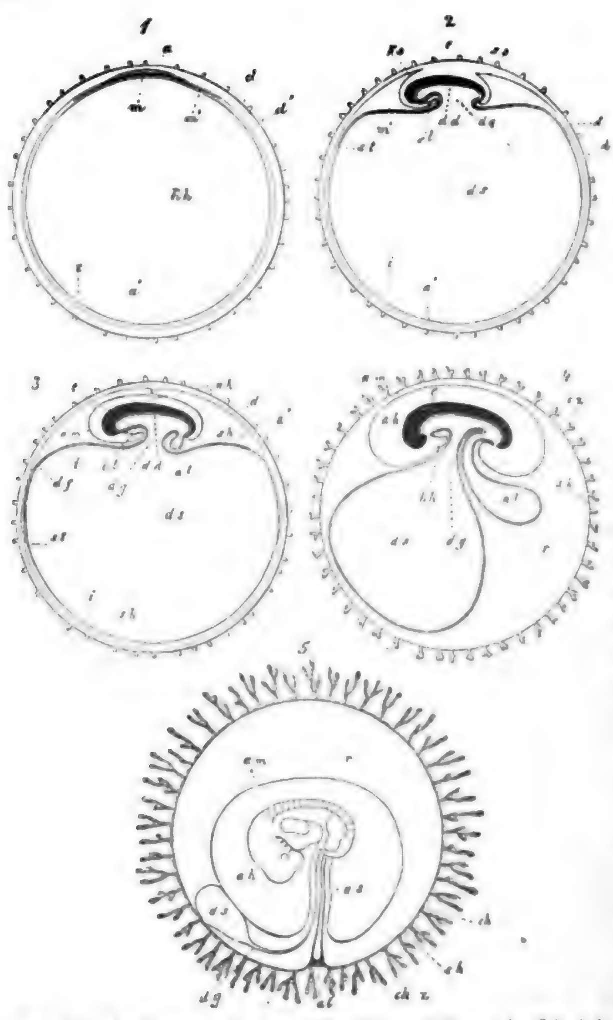
Das australische Wasser-Schnabeltier (Ornithorhynchus paradoxus), ein eierlegendes Säugetier.

sind es gewesen, die uns endlich auch das niedrigste Säugergeschlecht erhalten haben: das Geschlecht der Schnabeltiere.

Die Schnabeltiere, auf das neuholländische Festland, Tasmanien und Neu-Guinea beschränkt, unterscheiden sich schon im äußern Anblick stark von allen übrigen Säugern durch den Schnabel. Bei dem Wasserschnabeltier (Ornithorhynchus) ist es ein breiter, an der Ansatzstelle von einer dicken Falte umgebener Entenschnabel, der einem im übrigen dem Fischotter ähnlichen, dick bepelzten Tier von etwa 60 cm Länge angehört. Beim Landschnabeltier oder Ameisenigel (Echidna) trägt ein igelartig bestachelter Körper einen viel dünneren, mehr röhrenförmigen Schnabel, der nur an der Spitze einen winzigen Mundspalt für die weit vorstreckbare Zunge zeigt. Schon dieses gröbste Merkmal giebt dem Schnabeltiere ein derartig auffallendes Zwitterantlitz, daß, wie Bennett erzählt, das auf dem Boden laufende absonderliche Geschöpf als etwas fast Übernatürliches, Schreckhaftes erscheint, vor dem die Katzen flüchten, während die Hunde es mit gespitzten Ohren anbellen, aber nicht zu berühren wagen. Indessen würde man für diese äußere Merkwürdigkeit immerhin eine Analogie wenigstens noch finden können in so barocken Gesellen wie dem Schuppentier, dem Gürteltier und einigermaßen sogar dem Humoristen unter unsern deutschen Säugern, dem Igel. Die eigentlichen zoologischen Wunder beginnen erst bei der Zergliederung des Schnabeltierkörpers. Zunächst zeigen sich da im Skelett ganz ungewöhnliche (d. h. bei Säugern ungewöhnliche) Bildungen, die besonders die Gegend des Brustgürtels betreffen. Als solider, voll entwickelter Knochen verknüpft hier das sogenannte Rabenschnabelbein (os coracoideum) Schulterblatt und Brustbein, — eine durchaus den Vögeln und Reptilien gemäße Bildung. Schulterblatt und Oberarm erinnern in den Details ihres Baues durchaus an die Säugerreptilien. Die Eigentümlichkeiten mehren sich noch bei Betrachtung der Weichteile. Der Darm, der Harn- und der Geschlechtsapparat münden alle drei in eine gemeinsame Ausfuhröffnung, die sogenannte Kloake, von der die ganze Ordnung den Namen der Kloakentiere erhalten hat. Wie bei den Vögeln erweist sich der rechte Eierstock als verkümmert. Die Blutwärme beträgt in einer bei Säugern gänzlich abnormen Weise nur höchstens 28 Grad Celsius, was fast 10 Grad unter dem gewöhnlichen Mittelmaß bedeutet. Vollends ganz in die Brüche scheint der Säugertypus zu gehen, wenn man die Art der Fortpflanzung anschaut, wie sie neuerdings durch Haacke und Caldwell endgiltig ergründet worden ist. Wilhelm Haacke machte die entscheidende Entdeckung im August 1884. Er befand sich im Besitz eines Pärchens Ameisenigel (Landschnabeltiere) von Kangaroo-Island an der Südküste Australiens. Eine Bemerkung des berühmten Jenenser Physiologen Gegenbaur über gewisse, von Owen gesehene angebliche Falten am Bauche des weiblichen Schnabeltiers brachte ihn darauf, seinen lebenden Stacheligel

in der betreffenden Gegend zu untersuchen. „Ein Diener,“ erzählt er, „mußte mein Stacheligelweibchen an einem Hinterbeine in die Höhe halten, und ich betastete den Bauch des Tieres. Hier fand ich zwar nicht die beiden von Owen beschriebenen und abgebildeten Fältchen, wohl aber eine große, zur Aufnahme einer Herrenuhr genügend weite Tasche, – den vor Ablage des Eies zur Aufnahme dieses gebildeten, später mit dem wachsenden Jungen sich ausweitenden, nach Entwöhnung des letzteren wieder verstreichenden Brutbeutel, als dessen letzte Reste meistens seine seitlichen Falten, in welchen die Öffnungen der Brustdrüsen liegen, zurückzubleiben scheinen. Nur ein Tierkundiger wird meine Bestürzung begreifen können, als ich aus dem Beutel ein Ei hervorzog, das erste gelegte Ei eines Säugetiers, das einer wissenschaftlichen Gesellschaft vorgezeigt werden konnte und sich jetzt neben der ausgestopften Mutter und ihrem in Weingeist gesetzten Brutbeutel im Museum zu Adelaide befindet. Dieser unerwartete Fund verwirrte mich derart, daß ich die nur unter solchen Umständen erklärliche Thorheit beging, das Ei heftig zwischen Daumen und Zeigefinger zu drücken und ihm so einen Riß beizubringen. Sein dünnflüssiger Inhalt war leider, wohl infolge des Einfangens und der Gefangenhaltung seiner Mutter, in Zersetzung übergegangen. Die Länge des elliptischen Eies betrug 15, seine Dicke 13 mm; seine Schale war derb pergamentartig wie die vieler Kriechtiereier.“ Beim Wasser-Schnabeltier, dessen Eier Caldwell gleichzeitig mit Haacke's Entdeckung gefunden hat, werden die Eier nicht in einer Bauchtasche, sondern in einem regelrechten Nest ausgebrütet. Sobald das junge Tier (noch in sehr unreifem Zustande) die Eierschale abgestreift hat, tritt die Säugernatur der Schnabeltiere in Geltung: es leckt die Absonderung gewisser Drüsen der Mutter, wird also „gesäugt“. Indessen weicht selbst bei diesem Säugeprozeß das weibliche Schnabeltier nicht unerheblich von allen andern Säugern dadurch ab, daß seine Nährdrüsen nicht den Bau von Talgdrüsen haben, sondern Schweißdrüsen entsprechen.

Die älteren Zoologen ergötzten sich an diesen Sonderbarkeiten des Schnabeltiers, soweit sie sie kannten, wie an einem drolligen Naturspiel ohne tieferen Sinn. Dem modernen Forscher, der im Banne der Darwin'schen Ideen steht, kann das nicht mehr genügen. Ihm ist das Schnabeltier der niedrigste Säugertypus und als solcher aller Wahrscheinlichkeit nach der älteste, der ursprünglichste, von dem die höheren Formen vor Zeiten ihren Ausgang genommen haben. Und diese Anschauung stützt sich keineswegs bloß auf allgemeine Analogien, — es lassen sich gewichtige Beweise dafür anführen. Insbesondere liegen in der Keimesgeschichte der höheren Säugetiere bis zum Menschen hinauf Momente, die im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes unmittelbar darauf hinzuweisen scheinen, daß alle diese Tiere geschichtlich einmal durch ein Stadium hindurchgegangen



Fünf Umriß-Figuren, die veranschaulichen sollen, wie sich beim höheren Säugetier (also auch beim Menschen) der werdende Keim (Embryo) innerhalb seiner Hüllen entwickelt.

Die Details dieser Entwickelung sind in hohem Grade kompliziert und können im Rahmen dieses Buches nicht annähernd vollständig dargelegt werden. Was an dieser Stelle jene fünf Figuren besonders beherzigenswert machen soll, sind dagegen die höchst eigenartigen Folgerungen, die sich in darwinistischem Sinne daran anknüpfen lassen. Zum allgemeinen Verständnis des Dargestellten nur kurz folgendes: Fig. 1—4 zeigt den Säugetier-Keim und seine Hüllen im Längsdurchschnitt, bei Fig. 5 sind nur die Hüllen geöffnet, der Embryo ist einfach von der Seite gesehen; dieser Embryo auf Fig. 5 ist der eines Menschen etwa auf der S. 100 dargestellten Stufe mit Kiemenspalten und Schwanz. Bei Fig. 1 liegt der werdende Keim (bei *a* und *m*) noch unverkennbar ähnlich auf einer relativ großen Blase (*k h*), wie der Vogelkeim S. 21 auf dem Dotter des Hühnereies. Keimanlage und Blase umgiebt eine gemeinsame Dotterhaut, die sogenannte Zona pellucida (*d*). Im folgenden sieht man dann deutlich, wie der werdende Embryo in einer höchst eigenartigen Weise gleichsam in die Blase hineinsinkt und gleichzeitig sie und ihre Häute so faltet und um sich herumzieht, daß schließlich der Embryo innerhalb der großen Dotterhaut noch wieder (Fig. 4) in einer engeren Hülle (*a m*), dem sogenannten Amnion, sich befindet, während die anfängliche Blase, in zwei Säcke zerspalten, an seiner Unterseite hervorragt. In der sehr viel weiter vorgeschrittenen Stufe auf Fig. 5 ist das Amnion immer deutlicher geworden, dagegen ist die vorher größte der beiden Blasen, der eigentliche Dottersack (*d s*), sehr zusammengeschrumpft und die kleinere, die sogenannte Allantois (*a l*) mit der allein noch vorhandenen äußeren Schicht der großen Dotterhaut (die inzwischen eigentümliche Zotten entwickelt hat) so verwachsen, daß sie eigentlich nur noch einen vom Embryo aus zu ihr überführenden

sind, das in sehr wichtigen Punkten dem heutigen Zustande des Schnabeltiers entspricht. So ist beispielsweise die Anlage der Kloake, d. h. einer gemeinsamen Öffnung für Darm und Harnblase, beim Embryo der höheren Säuger mit Einschluß des Menschen auf einer bestimmten Stufe völlig in der den Schnabeltieren zeitlebens treuen Form vorhanden. Im Sinne eines bestimmten Gedankenganges, dessen Logik nicht wohl angezweifelt werden kann, läßt sich ebenso zeigen, daß die ganze Art, wie der Embryo der höheren Säuger sich in seinen Eihäuten entwickelt, nur verständlich wird, wenn wir uns als Vorfahren dieser höheren Typen niedrige denken, bei denen die Fortpflanzung noch nach Art der Schnabeltiere durch frei abgelegte, dotterreiche Eier erfolgt ist. Die etwas verwickelten Verhältnisse des Embryonallebens, die dabei in Frage kommen, wird der Leser am besten direkt aus den beigegebenen fünf Figuren und der unmittelbar angeknüpften ausführlichen Erläuterung entnehmen.

Haben wir in den Schnabeltieren thatsächlich die Urgruppe der Säuger vor uns, so ist jedenfalls von dieser wenig übrig geblieben. Die paar letzten Mohikaner sondern sich zwar in zwei nicht unwesentlich verschiedene Familien, die Ameisenigel (Echidna) und die Wasserschnabeltiere (Ornithorhynchus), aber beide zusammen liefern höchstens drei Gattungen und finden sich auf denselben Erdenwinkel beschränkt. Von Echidna hat die große, noch so wenig erforschte Insel Neu-Guinea ganz neuerdings noch eine zweite Gattung geliefert, den sogenannten Vließigel (Proechidna

---

Stiel bildet. Das Interessanteste bei diesem ganzen Prozeß liegt nun eben in der eigentümlichen Rolle des Dottersackes. Die Entwickelung desselben, deren umständlichen Lauf die Figuren zeigen, hat nämlich bei dem höheren Säugetier, zumal dem Menschen, schlechterdings gar keinen seinem Namen entsprechenden Zweck, da (im Gegensatz zu dem ins frei ausgeschiedene, äußerlich verschlossene Ei eingesperrten Hühnchen) hier der Dottersack so gut wie gar kein echtes, nährendes Dottermaterial enthält. Die Entstehung des Dottersackes weist also (im Sinne des im Text S. 108 über gegenwärtig ganz zwecklose [rudimentäre] Organe Gesagten) auf ein altes Erbe aus der Entwickelung früher Vorfahren der höheren Säuger und des Menschen hin, bei denen der Dottersack noch einen wirklichen Zweck gleich dem beim Hühnchen im Ei (nämlich den Zweck eines vorsorgenden Nahrungsreservoirs bei dem vom Mutterleibe losgelösten Embryo) hatte. „Die Säuger müssen," sagt Oskar Hertwig, „von Tieren abstammen, die große, dotterreiche Eier besessen haben, eierlegend gewesen sind und bei denen sich infolgedessen die embryonalen Hüllen in gleicher Weise wie bei Reptilien und Vögeln entwickelt haben. Bei ihnen müssen die Eier erst nachträglich ihren Dottergehalt wieder eingebüßt haben, und zwar von dem Zeitpunkte an, als sie nicht mehr nach außen abgelegt, sondern in der Gebärmutter entwickelt wurden. Denn hiermit war für den werdenden Keim eine neue und ergiebigere, weil unbeschränkte Quelle der Ernährung gefunden in Substanzen, die von den Wandungen der Gebärmutter aus dem mütterlichen Blute ausgeschieden wurden. Es bedurfte daher nicht mehr der Mitgift des Dotters. Die Hüllbildungen aber, die durch den Dottergehalt der Eier ursprünglich ins Dasein gerufen worden waren, haben sich erhalten, weil sie auch noch in mancher anderen Beziehung von Nutzen waren und weil sie unter Wechsel ihrer Funktion in den Dienst der Ernährung durch die Gebärmutter traten und dementsprechende Veränderungen erfuhren." Diese Hypothese kann gradezu für sicher erwiesen gelten, seitdem wir (eine Errungenschaft der neuesten Zeit) über die Eier der Schnabeltiere unterrichtet sind. Eine ganze Anzahl anatomischer Gründe läßt es auch sonst als überaus wahrscheinlich erscheinen, daß die Schnabeltiere die geschichtlich ältesten aller Säuger sind und den Urahnen der Säugetiere somit am nächsten stehen. Grade diese Schnabeltiere aber legen nun, den Reptilien und Vögeln gleich, wirklich noch ihre Eier äußerlich ab, und ihr Embryo birgt sich mit einem wirklich noch stark dotterreichen, ernährungsfähigen Dottersack in einer festen Pergamentschale. Ein schlagenderer Beweis konnte nicht wohl erbracht werden.

(Alle Figuren in schematischem Umriß und stark vergrößert nach Kölliker.)

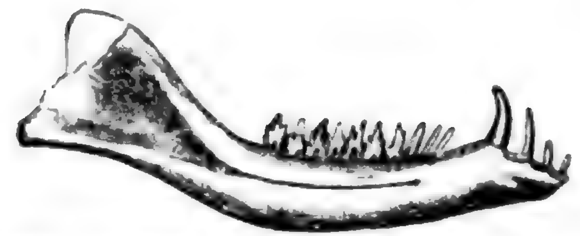
Bruijinii), ein halbmeterlanges Tier mit nur drei Zehen an jedem Fuß, einem den Kopf fast zweimal an Länge übertreffenden Rüsselschnabel und einem eigentümlichen Gemisch von schwarzbraunem Wollkleid und vereinzelten Stacheln, das vielleicht eine Übergangsform zu dem ganz stachellosen Ornithorhynchus bildet.*) Immerhin ist auch mit dieser dritten Gattung der Kreis im ganzen noch eng genug. Es nimmt das weiter kein Wunder, wenn man bedenkt, wie alt die Gruppe sein muß, wenn sie geschichtlich die Säugerklasse voreinst eingeleitet haben soll. Um so näher aber liegt die Frage, inwiefern die paläontologische Überlieferung der an den lebendigen Rest sich knüpfenden Spekulation entgegenkomme. Zwanglos lenkt das zurück zu unserm oben angesponnenen Faden, — den Ursäugern der Trias. Waren sie den Schnabeltieren verwandt?

Es giebt einen Punkt, der die Sache leicht verwirren könnte. Der Leser, der den Schädel des Tritylodon auf S. 409 anschaut und dabei das Bild des Schnabeltiers mitbringt, wird den Zusammenhang beider grade im wichtigsten Punkt vermissen. Tritylodon zeigt keine Spur von Schnabel, — ist also sicher kein „Schnabeltier" in diesem Sinne. In den Kiefern sitzen kräftige, höchst charakteristisch gebaute Zähne. Der Ornithorhynchus von heute hat bloß vier hornige, kaum als Zähne zu bezeichnende Rudimente im Schnabel, und Echidna wie Proechidna sind absolut zahnlos. Es liegt nahe genug, daß man zur Rettung der Theorie einfach sagt, die sämtlichen heute noch lebenden Kloakentiere hätten sich in der langen Zwischenzeit von der Trias bis heute grade im Bau der Kiefern total verändert, — der „Schnabel" sei eine späte, den Ursäugern keineswegs zukommende Eigenschaft. Es wäre aber schade, wenn diese Hilfshypothese so nackt ohne Beweis aus den Dingen selbst dastehen müßte. Zum Glück kommen die Thatsachen unmittelbar zu Hilfe. Wieder ist es das biogenetische Grundgesetz, das rettet. Das junge, noch nicht zur Hälfte ausgewachsene Wasser-Schnabeltier besitzt, wie sich herausgestellt hat, gleichsam als Milchgebiß 8 echte Zähne, jederseits oben und unten je zwei. Erst wenn sie abgenutzt und ausgefallen sind, stellen sich jene andern, aus verhärteter Schleimhaut gebildeten Pseudo-Zähne ein. Und diese Jugendzähne nun des Ornithorhynchus gleichen in einer ganz unverkennbaren Weise den kleinen triasischen Zähnchen, die aus dem Bonebed von

*) Berichtet wird seit Jahren, daß auf der Südinsel von Neu-Seeland in abgelegenen Alpenseen ein Säugetier von der Größe eines Fischotters hause. Die Eingeborenen nennen es Waitoteke. Neu-Seeland besitzt außer zugeflatterten Fledermäusen und einer vielleicht erst vom Menschen eingeführten Ratte kein urangesessenes Säugetier. In seiner übrigen Tierwelt aber verrät es einen noch altertümlicheren Charakter als das Festland von Neu-Holland. Möglich also, daß der Waitoteke, den bisher leider noch kein Zoologe erbeutet hat, ein Schnabeltier oder gar ein noch älterer Rest aus der Welt der Ursäuger ist.

Echterdingen bekannt geworden sind und zur Aufstellung der Gattung Microlestes geführt haben. Wie diese haben sie eine schüsselförmige Gestalt mit einer Kette kleiner Höcker am Rande. Kein zweites lebendes Säugetier besitzt solche „Vielhöckerzähne", wie Cope sie nennt, und auch unter den fossilen finden sie sich nur in einer ganz in sich geschlossenen Gruppe, die in der Trias eben mit Tritylodon, Triglyphus und Microlestes beginnt und von Cope entsprechend als die besondere Säugerordnung der Multituberculata (Vielhöckerzähner) von allen andern Säugerordnungen scharf getrennt worden ist. Marsh und Zittel bezeichnen dieselbe Gruppe als Allotheria, Häckel als Promammalia (Vor- oder Ursäuger).

Mit diesem Funde der Jugendzähne des Schnabeltiers ist jedenfalls die Frage von oben ein gut Teil näher zum Ziel gebracht. Nach dem Gesetz, daß abnorme Embryonal- oder Jugendformen in der Regel Ahnenstufen wiederholen, läßt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit behaupten, daß die gegenwärtige Zahnlosigkeit der ausgewachsenen Schnabeltiere erst eine spätere Erwerbung sei, während die Vorfahren ein wohlentwickeltes Gebiß mit vielhöckerigen Backenzähnen besaßen. Und nichts steht dann umgekehrt mehr entgegen, in den alten triasischen Multituberkulaten trotz ihrer Bezahnung Säugetiere zu erblicken, die in allen wesentlichen Eigenschaften den heutigen Schnabeltieren entsprachen, — vor allem wie diese noch Eier legten. Ein vollständiges Bild dieser ältesten Säuger können wir uns heute leider noch nicht machen, da fast nur kleine Bruchteile des Skeletts überliefert sind. Erst wenn, was immer noch am wahrscheinlichsten ist, die Karroo-Formation uns einmal ein vollständiges Tritylodon geliefert hat, wird man entscheiden können, ob auch im Detailbau die Schnabeltiere von heute das Urbild treu bewahrt haben. Nicht gut geleugnet werden kann, daß in den gegebenen kargen Resten Anklänge auch an Beuteltiere vorhanden sind. Die Beuteltiere, heute auf Australien im weitesten Umkreis und Amerika (hier bloß eine Familie) beschränkt, stehen im Leibesbau beträchtlich höher als die Schnabeltiere, zeigen aber doch eine solche Menge niedriger Merkmale, daß mit ihnen die zweittiefste Säugerordnung unzweideutig uns gegeben ist. Paläontologische Funde beweisen, daß die Gruppe sehr alt ist und in der Jura- und Kreide-Zeit bereits auf der ganzen Erde blühte, während die höher stehenden Säuger damals noch völlig gefehlt zu haben scheinen. Es kann also wenig Wunder nehmen, wenn wir bereits unter den Vielhöckerzähnern der Trias ein Hinneigen zu diesem zweitältesten Typus gewahren. Aus der Trias von Nord-Amerika sind sogar ein paar kleine Unterkiefer bekannt geworden (Dromatherium), die bei überaus primitivem Zahnbau doch schon solche Beutler-Ähnlichkeit besitzen, daß Zittel sie direkt bei diesen eingeordnet hat. Die Bezahnung dieses Dromatherium ist eine ganz eigenartige: vorne ein Paar schlanke, locker gestellte, etwas gekrümmte Schneidezähne, ein kräftiger Hundszahn, dann nach einer



Unterkiefer eines Säugetieres aus der Trias-Zeit:
Dromatherium sylvestre *Emmons.*
Aus der oberen Trias von Chatham in Nord-Amerika. Dieses Säugetier stand unsern heute lebenden Beuteltieren nah, war aber noch primitiver entwickelt. Vergrößerung etwa $2^1/_2$fach. (Nach Osborn.)

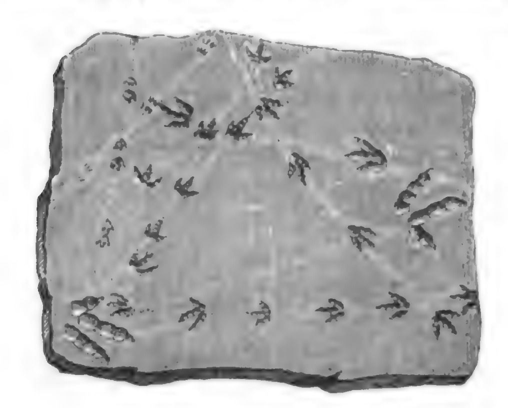
Lücke die ersten Backenzähne stiftförmig, die letzten 6 oder 7 mit hoher Mittelspitze und unregelmäßigen Vor- und Hinterzacken. Krone und Wurzel der Zähne sind kaum geschieden, bei der Wurzel ist die Teilung nur erst durch eine Furche eben angedeutet. Unwillkürlich schweift von diesem Gebiß der Blick wieder zu jenen Säuger-Reptilien zurück. Auch Galesaurus bei diesen hat schon dreizackige Backenzähne, bei Dimetrodon markiert sich die beginnende Wurzelteilung wie bei Dromatherium durch eine Furche. Dennoch liegt in dem Bilde, das wir uns nach Analogie der heutigen kleinen Beutler und des Wasser-Schnabeltiers von jenen triasischen Ursäugern machen müssen, ein gewisses Etwas, das auch gleich wieder von aller Reptilienähnlichkeit weit fortlenkt. Es giebt nackthäutige, es giebt hartbepanzerte Säugetiere heute auf der Erde; aber im ganzen wird man bei dem Wort doch stets an ein Haarkleid denken. Und eng damit verknüpft ist der Begriff der Warmblütigkeit, mag diese auch sich in so starken Differenzen bewegen wie etwa zwischen Mensch und Schnabeltier. Auch die Ursäuger stellen wir uns, ohne daß der Schatten eines Gegenbeweises erbracht werden könnte, als behaarte und (wenigstens relativ) warmblütige Tiere vor.

Man mag sich wenden, wie man will: hier steckt eine entscheidende Wandlung gegenüber dem Reptil, das man sich (obwohl es auch hier nackte Formen, z. B. Ichthyosaurus, gegeben zu haben scheint) im allgemeinen als beschuppt oder noch solider verpanzert vorstellt (der Leser denke an den Aetosaurus ferratus) und das im gewöhnlichen Sprachgebrauch gleich Lurch und Fisch als „kaltblütig“ bezeichnet wird, — eine Bezeichnung, die übrigens den Sachverhalt nur schief ausdrückt; in Wahrheit sollte das Wort lauten „wechselwarm“, da, in der Regel wenigstens, die Bluttemperatur bei diesen Tieren sich der Temperatur des umgebenden Wassers oder der umgebenden Luft anpaßt, also in starken Schwankungen bald steigt, bald sinkt. Will man dem Geheimnis der Säugerentstehung theoretisch auf den Leib rücken, so muß man an diesem Punkt — Behaarung und Blutwärme — einsetzen. Noch ist hier nirgendwo fester Boden. Denkbar wäre ein Verlauf derart, daß zuerst die relativ gleichmäßige Fixierung einer gewissen Körperwärme gewonnen worden ist als etwas Nützliches im Daseinskampfe, das eine konstante Lebensregsamkeit unabhängig von den groben Gegensätzen des äußeren Temperaturwechsels verlieh. Wir sehen, daß, wahrscheinlich später erst, der gleiche Schritt zum Vorteil noch einmal gemacht wurde:

bei den Vögeln, die ebenfalls aus Reptilien, aber unabhängig vom Säugerstamm, hervorgegangen sind. Beidemal, bei den Säugern wie bei den Vögeln, scheint es eine Bedingung dieses Entwickelungsprozesses gewesen zu sein, daß der Schuppenpanzer des Reptils eine Umgestaltung erfuhr zu Gunsten einer Bedeckung, die der Wärmeerhaltung mehr diente als dem Schutz. Das Reptil, zu Zeiten so schlecht geheizt, daß seine Regsamkeit eine bedenkliche Einbuße erlitt, brauchte als Hauthülle vor allem einen derben Panzer zur direkten Verteidigung, — den Höhepunkt derart liefert die träge, aber fast unangreifbare Schildkröte. Das Säugetier dagegen konnte den Ausfall im Daseinskampfe, den im allgemeinen das weiche Haarkleid erzeugte, decken durch die beständige, viel stärkere Beweglichkeit, die ihm eine ständige relativ hohe Bluttemperatur garantierte. Diese selbst aber war, sobald es kalt wurde, wieder eben mit der Existenz des Haarkleides untrennbar verknüpft. Mancherlei Hypothesen lassen sich hier leicht einfügen. Man hat die karbonisch-permische Eiszeit herangezogen, um den Faktor in der Rechnung zu gewinnen, der den ganzen Prozeß, nachdem er einmal angeregt war, bis zur Vollendung führen mußte. Noch jetzt ist es leicht zu beobachten, daß in vielen Fällen Kälte das Haarwachstum anregt. In der erdgeschichtlichen Überlieferung sehen wir, wie Nashorn und Elefant, die heute in den Tropen nackt gehen, unter dem Einfluß der späteren diluvialen Eiszeit sich mit dickem Pelz bedecken. Die Polarlande beherbergen die ausgesprochensten Pelztiere. In zoologischen Gärten will man beobachtet haben, daß südliche Formen wie Tigerpferde und große Katzen ein dichteres Haarkleid von selbst annahmen, wenn sie dauernd an nordische Winter gewöhnt wurden. Man erklärt das durch den Zusammenhang zwischen der Energie des Haarwachstums und dem lebhafteren Stoffwechsel der Haut. Schon unser eigener Körper lehrt, daß bei sonst fast vollkommener Nacktheit doch die Stellen der stärksten Ausdünstung (z. B. die Achselhöhlen) hartnäckig ihr Haarkleid wahren. Einen in diesem Sinne stärkenden Reiz übt aber auch die äußere Kälte aus, sie treibt das Blut in die Haut und bewirkt eine verstärkte Ernährung des Haarbodens, die sich in wachsender Triebkraft äußert. In diesem Sinne möchte man in der That wohl die erste Haarentstehung in einer Zeit langsam zunehmender Kälte sich denken, und das Ganze gäbe zugleich ein gutes Beispiel, wie unter Umständen der Reiz direkt das Schutzmittel auslöst, ohne das der Körper auf die Dauer der zunehmenden Reizung erliegen würde. Aber alle diese Spekulationen wandeln heute noch stark an der Grenze der Wissenschaft, sie können in keiner Weise eine sichere Führung bieten. Nur so viel ist ziemlich klar, daß auch dieses große Entwickelungsproblem einst in Gondwanaland gelöst worden ist, wobei es sehr wohl möglich ist, daß die paar Spuren, die zum Wegweiser werden könnten, tief unter dem Spiegel des Indischen Oceans oder den Eislasten des

Südpols begraben liegen, wo sie wohl so bald kein Schatzgräber finden wird.

Wenn im voraufgehenden der Schleier vom Ursprung der Säugetiere nicht völlig gelüftet ist, so wird der Leser doch einen viel verbreiteten Irrtum bei sich ausgelöscht haben. Wir haben nicht eine leiseste Andeutung davon gesehen, daß der Weg vom Amphibium oder Reptil zum Schnabeltier und Beuteltier etwa über die Vögel weggegangen sein könnte. Der Stammbaum hat sich offenbar vor den beiden höchsten Wirbeltierklassen in zwei parallele Äste zerteilt, die direkt gar nichts miteinander zu thun haben: nach hier die Säuger, nach dort die Vögel. Auf den Ursprung der Vögel, die viel evidenter als die Säugetiere dem Reptilienstamm sich angliedern, ist in neuerer Zeit helles Licht gefallen durch Funde aus der Jura-Formation. Sie werden uns im Zusammenhang des nächsten Kapitels eingehend beschäftigen. Für die Trias aber mag einstweilen nur kurz angemerkt sein, daß seit langen Jahren eine hitzige Debatte darüber schwebt, ob gewisse höchst seltsame Fährten im Buntsandstein bereits auf Vögel gedeutet werden sollen. Im new red (Triassandstein, vergl. S. 372) des Connecticut-Thals in Nord-Amerika finden sich ähnlich wie in unserem Hildburghausener Buntsandstein Tausende solcher Fußspuren der verschiedensten Art abgeprägt. Zunächst finden sich vierzehige Abdrücke, bei denen wie bei dem S. 384 abgebildeten Chirotherium große Hinterfüße mit sehr kleinen Vorderfüßen abwechseln. Hier handelt es sich anscheinend wohl auch um froschartige Amphibien, bei denen aber kolossale Gesellen gewesen sein müssen, da man Hinterfüße von einem halben Meter Spannweite mißt (Otozoum). Daneben



Eine Sandsteinplatte der Trias-Zeit aus dem Connecticut-Thal in Nord-Amerika mit Fährten verschiedener Tiere.

Zahlreiche Platten dieser Art sind gefunden worden, mit Fußspuren von 1 Zoll bis zu 2 Fuß Länge, die zum größern Teil von dreizehigen, offenbar auf zwei Beinen laufenden Wirbeltieren herstammen. Über die Tiere selbst hat man nur Vermutungen. Einzelne kolossale fünfzehige Spuren könnten wohl von riesigen Amphibien, wie sie die Trias-Zeit in Masse besaß, herrühren. Die größten dreizehigen Spuren, die eine Schrittweite bis zu 6 Fuß haben (eine 30 Fuß lange Platte im Appleton-Museum weist 7 Tritte), sind anfangs auf ungeheure straußartige Vögel gedeutet worden. Obwohl der Annahme nichts im Wege steht, daß in der Trias schon Vögel existierten, sind doch Reste von solchen (und zwar relativ sehr kleinen) erst aus dem Jura bekannt. Da auch die Dinosaurier (vergl. das nächste Kapitel), also Reptile zum Teil größter Art, aufrecht gingen und dreizehige Spuren in den Schlamm einpressen konnten, ist den Deutungen vorläufig ein reiches Feld gelassen.
(Das Bild in 1/30 der natürlichen Größe nach Hitchcock.)

aber kommen **dreizehige Spuren** vor, die einem gewohnheitsmäßig auf zwei Beinen schreitenden Geschlecht zum Teil auch riesengroßer Tiere angehört haben müssen. Die größten Tritte (Brontozoum ingens) haben bei einem Tatzendurchmesser von 0,63 m eine Schrittweite bis zu 6 Fuß. Vielfach kreuzen (wie auf unserm Bilde) kleine Fährten die großen. Runde Vertiefungen im Stein, die sich ringsumher finden, werden von einigen Forschern auf Eindrücke heftig fallender Regentropfen gedeutet. Neumayr sieht darin die Wirkung platzender Gasblasen, die aus dem durchtränkten Boden sich frei machten. Welche Ungetüme waren es, die hier im feuchten Boden wateten? Die ersten Beobachter hatten auf riesenhafte Vögel geraten. Später ist man unsicherer geworden, da man gelernt hatte, daß es in der Sekundärzeit von kolossalen, aufrecht auf dreizehigen Hinterfüßen trabenden Reptilien (Dinosaurier, vergl. Text und Bilder im nächsten Kapitel) auf der Erde wimmelte, die sehr gut auch schon jenen Triasstrand belebt haben könnten. Aber die Vogelähnlichkeit wenigstens einzelner Spuren ist trotz alledem den besten Kennern immer wieder aufgefallen. Es gehört zu den größten Rätseln, warum die betreffenden Schichten keine Skelette so enorm großer Vögel bieten. Man steht einfach vor einer jener paläontologischen Unbegreiflichkeiten, deren es nur zu viele noch giebt. Vögel mit solchen Riesenfüßen existieren heute nicht annähernd mehr. Die ältesten Reste von Reptilvögeln aus dem Jura zeigen kleine Krähenfüße und ohnehin einen lang nachschleppenden Federschwanz, von dem man hier nichts wahrnimmt. Aber schon in der Kreide sind die Vögel in so scharfe Typen gesondert, daß man ihnen einen langen Stammbaum geben möchte, der recht gut tief in die Trias reichen kann. Es gilt abzuwarten, ob nicht doch einmal ein Schädel zwischen den zahllosen Spuren den Bann bricht, — ganz gewiß wird interessantes zu Tage kommen, seien nun haushohe Reptile oder groteske Sumpfvögel einer ganz unerwarteten Art schließlich die Urheber der gespenstischen Stapfen.

Die Landschaftsbilder mit ihrer wechselreichen Tier- und Pflanzenwelt, die wir auf den letzten Blättern an uns vorüberziehen sahen, haben uns unwillkürlich ein gutes Stück weit in die Geographie der Trias-Zeit hineingeführt. Die deutsche Trias von Lothringen bis zur Weser wies auf flache Binnenbecken, in denen bald versumpfendes Wattenmeer mit endgiltiger Landentfaltung kämpfte, bald Süßwasserseen sich ausbreiteten, bald auch einmal (im Muschelkalk) zeitweise wenige, aber tiefere Seebecken sich bildeten, ohne daß doch jemals das rechte Bild eines eigentlich offenen Oceans entstanden wäre. Jedenfalls ahnt man hier im Norden überall die Nähe größerer Landmassen, wenn auch deren Grenzen im Verlaufe der langen Epoche schwankten, tiefe Buchten sich einschnitten oder Inseln sich lösten und zeitweise das Meer vorflutend ganze Strecken eroberte. Gegen Westen, gegen die Ardennen in Frankreich hin lassen sich mächtige Gebirgserhebungen

vermuten, von denen große Flüsse niederstiegen, die in den Binnenbecken ihre Sand- und Schlammmassen ablagerten. Noch viel intensivere Landentwickelung haben wir dann in Afrika gefunden, wo fast der ganze Hauptsockel bereits über Wasser stand. Dieser afrikanische Kontinent verschmolz, wie uns die Tierwelt lehrte, nach wie vor durch Gondwanaland mit Indien und wohl auch noch mit Australien. Ob nach der anderen, westlichen Seite bereits der Atlantische Ocean gegen Brasilien absperrte, ist fraglich, es scheint auch hier eher eine trockene Verbindung bestanden zu haben, so daß im ganzen die südliche Halbkugel überwiegend mit Festland verbarrikadiert erscheint. Unwillkürlich läßt man vor solchen eigentümlichen Fragmenten zur triasischen Erdkarte die Blicke schweifen, wo denn das eigentliche Bereich des offenen Meeres damals gewesen sein möge. In neuerer Zeit ist man sich trotz aller Schwierigkeiten, die entgegentraten, ziemlich darüber klar geworden. Zweifellose Sedimente der offen anbrandenden See aus der Trias liegen an der amerikanischen Westküste von Peru an bis nach Alaska hoch im Norden hinauf. Sie wiederholen sich auf der Ostseite des Stillen Oceans in deutlicher Kette von Neu-Seeland an über Neu-Caledonien, Timor, Japan bis zum Nördlichen Eismeer und setzen sich nördlich fort an der sibirischen Küste und auf Spitzbergen. Zwischen all diesen Punkten liegt heute noch Meer, so daß eine Kontrolle, ob eine triasische Sedimentbrücke auch quer herüber von Peru bis Neu-Seeland, Alaska bis Spitzbergen besteht, unmöglich ist, — es ist aber die einfachste logische Annahme, daß Südsee und Nord-Polarmeer von heute eben zusammenfallen mit dem Hauptmeer der Trias-Zeit. Interessanterweise und vorläufig sehr zum Vorteil unseres eingehenden Studiums entsandte dieser Trias-Ocean aber offenbar einen breiten Ausläufer nach dem nördlichen Indien, dahin, wo jetzt der Himalaya seine Schneekolosse türmt, und diese indische Bucht wieder, die vielleicht von Norden (also dem Eismeer) her sich so tief ins Herz des asiatischen Kontinents eingrub, muß eine westliche Verlängerung gehabt haben, die sich schließlich bis nach Europa hineinbog und ein europäisches Mittelmeer bildete an einer Stelle, wo man heute am wenigsten an freie See denkt: nämlich in den Alpen.

So eigentümlich der Gedanke berührt, daß Stätten der gewaltigsten Hochgebirgsentfaltung wie der Himalaya oder die Alpen vormals grade den Boden eines tiefen Meeres gebildet haben sollen, so unvermeidlich machen ihn doch die geologischen Zeugnisse in der Art des heutigen Gebirgsgesteins selbst. Nicht die ganzen Alpen, aber wenigstens ein großer, höchst charakteristischer Teil besteht aus Meeresgebilden der Trias. Den Kernstock der Alpen stellen alte, mehr oder minder plutonisch gebildete oder doch umgewandelte Massen dar, krystallinische Schiefer mit Granitkernen. Zeichnet man sie in eine geologische Karte mit roter Farbe ein, so erhält man eine geschwungene Linie von der Gestalt



Trias-Landschaft: Der Rosengarten mit dem Schlernhaus in den Dolomit-Alpen von Süd-Tirol.

(Nach einer Photographie von Alois Beer in Klagenfurth.)

eines langgeschweiften S, dessen eine Spitze beinahe bei Wien liegt, während die andere zwischen Nizza und Genua das Mittelländische Meer berührt. Teilt man aber diese rote Linie im Längengrad annähernd des Comer Sees und des Rheins vor seiner Bodenseemündung (etwa bei Vaduz) in einen größeren östlichen und einen kleineren westlichen Teil — und bezeichnet man jetzt die Gesteine der Trias mit violetter Farbe, so kann man einen fortlaufenden violetten Strich im Norden von Vaduz bis gegen Wien hin neben dem Ostteil des roten S ziehen — und ganz ähnlich, wenn auch nicht so scharf, läßt sich im Süden vom Luganer und Comer See an eine solche violette Parallele beifügen, die allerdings nicht bis ins Herz von Österreich mit hinaufgeht, sondern schon früher rechts unten nach Dalmatien abbiegt. Wie ein gewaltiger Kalkmantel legt sich nördlich wie südlich das Triasgestein an den krystallinischen Kern. Die Enträtselung dieses Mantels hat im einzelnen eine ungeheure Mühe gekostet. Noch schwankt der Streit über die Gliederung der Schichten allenthalben hin und her, und es hat für unseren Zweck keinerlei Wichtigkeit, in diese Debatten einzutreten. Es mag für die Phantasie des Lesers, der die bayerischen und österreichischen Alpen aus eigener Anschauung oder von der Karte im Umriß wenigstens kennt, genügen, daß an der Nordseite des krystallinischen Alpenstocks von der Trias beherrscht werden die Landschaften von Partenkirchen, der Zugspitze, Kufstein, Berchtesgaden, dem Watzmann, Ischl, Hallstadt, Aussee, dem Dachstein u. s. w., während an der Südseite die berühmteste Triasentfaltung in den sogenannten Dolomit-Alpen zwischen Etsch und Piave sich erhebt. Unsere Bilder zeigen zwei vortrefflich gelungene photographische Aufnahmen aus diesem wunderbaren Dolomitenlande.

An keinem zweiten Ort der Erde tritt die Trias mit so bizarren, einzigartigen Gebilden auf wie hier. Die Verwitterung im Laufe der Zeiten hat das Gestein allenthalben bis ins Mark zernagt und die wildesten Zacken und Abstürze geschaffen, wie sie das Bild der Schlernspitzen uns malerisch vorführt. Früh schon mußte grade diese Landschaft die Aufmerksamkeit des Geologen erregen und zu Spekulationen über Zeit und Verhältnisse ihres Wachstums verleiten. Störend mischte sich allerdings dabei in die Debatte die Thatsache, daß ein großer Teil grade dieser Triasgesteine der Südost-Alpen sich eben als Dolomit (so benannt nach seinem Entdecker Dolomieu) erweist, eine Verbindung von kohlensaurem Kalk mit kohlensaurer Magnesia, die auf irgend eine eigentümliche chemische Verwandlung, der das einfache Sediment der Trias unterlegen ist, hinzuweisen scheint, bis zur Stunde aber in ihrer Genesis noch keineswegs ausreichend erklärt ist. Leopold von Buch hat vor mehr als einem halben Jahrhundert die Umwandlung des einfachen Kalkes in magnesiahaltigen Dolomit auf vulkanische Einflüsse zurückführen wollen. Im Gefolge von Ausbrüchen geschmolzener Massen, wie sie z. B. in unmittelbarer Nähe der südschweizerischen Triasdolomite



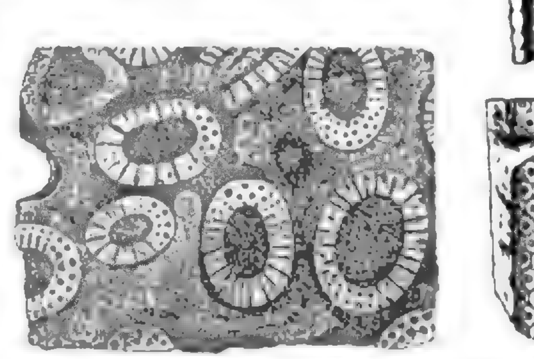
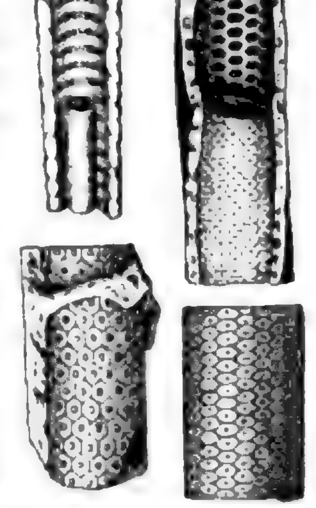
Trias-Landschaft: Die Schlernspitzen in den Dolomit-Alpen von Süd-Tirol.
(Nach einer Photographie von Alois Beer in Klagenfurth.)

als mächtige Augitporphyre wirklich noch heute erkennbar sind, sollten ungeheure Mengen von Magnesiadämpfen in den Kalk eingedrungen sein und ihn in Dolomit verwandelt haben. Die Hypothese ist heute verlassen, da Dolomit an zahlreichen Orten ohne jeden Zusammenhang mit vulkanischen Spuren auftritt. Man hat in der Folge mehr an magnesiahaltige Quellen gedacht, die das Gestein metamorphosiert hätten. Aber auch das ist nur Hypothese, und mancherlei Anzeichen sprechen für eine Dolomitisierung der Schichten schon gleich während ihrer Ablagerung, wobei denn allerdings vorläufig jeder Faden eines Verständnisses reißt.

Trotz dieser Lücke in der Chemie ist man indessen dem allgemeinen Entstehungsgeheimnis der Dolomitberge neuerdings ziemlich sicher auf die Spur gekommen. Oben ist schon vorweg gesagt, die gesamten Triasgebilde der Ost-Alpen seien Ablagerungen eines Armes der echten triasischen Hochsee, der als eine Art von Mittelmeer sich hier quer durch Europa schob. Der Beweis liegt in den erhaltenen Resten der Tierwelt, die wir gleich noch etwas näher betrachten werden. Sehr wahrscheinlich aber wird aus mancherlei Gründen, daß mitten durch diesen alpinen Ocean sich der heutige krystallinische Hauptstamm der Ost-Alpen bereits (wenn auch in flacher Erhebung) wie ein weitgespannter Inselkranz dahingezogen habe. An den beiden Seiten dieser Inselkette scheinen sich dann in ganz ähnlicher Weise, wie wir es heute in der Südsee sehen, kolossale Barrièren-Riffe aus den Kalkgerüsten zahlloser Generationen von Korallentieren der Trias-See erhoben zu haben. Ihre von der Verwitterung gleichsam entkleideten und verzerrten Reste sind es, die uns in den heutigen enormen Kalk- und Dolomitmassen des Wettersteingebirges, des Dachsteins, des Schlerns in den Dolomit-Alpen u. a. entgegentreten: entblößte und zerfallende Kerne von Korallenriffen. Die Hypothese dieser Entstehung ist zuerst von Richthofen aufgestellt, dann von Mojsisovics eingehend begründet worden. Sie besteht gegenwärtig nicht ohne Widerspruch, aber es handelt sich bei diesem mehr um Einschränkungen als um allgemeinen Zweifel. Man hat ins Feld geführt, daß die Dolomitriffe, die aus Korallen bestehen sollen, thatsächlich nur verschwindend wenig Korallenversteinerungen zeigen. Aber man hat auch an den noch heute bestehenden Korallenriffen Beispiele, wie die von ihnen gebildete Kalkmasse allmählich jede Struktur verliert, und grade solche strukturlosen Kerne scheinen uns in den Dolomiten durch die Erosion bloßgelegt zu sein. So viel allerdings ist sicher, daß die Herleitung der ganzen triasischen Kalkmassen in den Ost-Alpen aus Riffkorallen nicht möglich ist. Da aber organische Herkunft überall wahrscheinlich bleibt, werden wir zum Teil an Kalkalgen (also Urpflanzen niedrigster Art) denken müssen, von denen sich Reste finden, die den heute lebenden einzelligen Siphoneen verwandt sind. Den weichen, algenartigen Körper solcher überaus primitiv gebildeten Pflanzen umschloß eine Kalkkruste, die nach

dem Tode als hohler Cylinder übrig blieb und in ungezählter Massenanhäufung schließlich das Gestein bildete.

Wie es sich nun im einzelnen mit diesen Dingen verhalte, ob mehr tierischer oder pflanzlicher Ursprung nachweisbar, ob der Riffstein sogleich oder erst später dolomitisch geworden, und was der Fragen mehr sind: ein tiefes Gefühl des Staunens vor gewaltigsten Wandlungen der Natur wird den Wanderer immer ergreifen, der auf einer der grünen Matten im Angesicht der grotesken Dolomitzacken der Südost-Alpen gelagert, sich im Geiste das Bild eines mit großen Oceanwellen anbrandenden, tiefen Meeres an dieser Stelle ausmalt, das von hier über Indien bis nach dem Eismeer ging und aus dessen Abgründen jene Schlernspitzen da oben als steiles Korallenriff aufstiegen, ohne vielleicht damals nur den Wasserspiegel zu überragen. Jenseits der stillen Lagune dann, die das Riff nach innen umschloß, dehnte sich die krystallinische Alpenmasse, die heute in der Ortler-Gruppe sich bis zu beinahe 4000 m Höhe emportürmt, als flache Insel, mit tropischen Palmfarnen und der Araukarie ähnlichen Nadelhölzern bestanden, und gegen das heutige Bozen an, wo jetzt die triasischen Porphyrmassen noch liegen, überqualmt von der Rauchsäule kolossaler Vulkane.

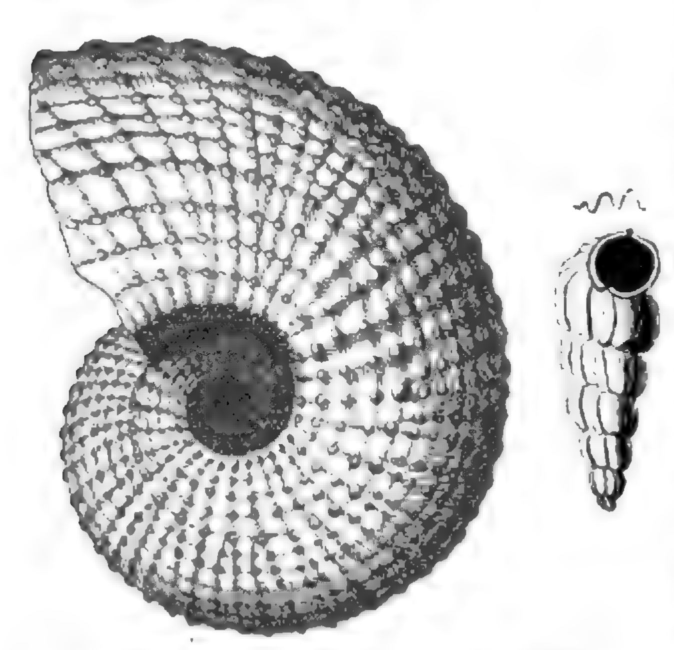



Reste der Kalkschalen einzelliger Ur-Pflanzen (Kalkalgen aus der Verwandtschaft unserer Siphoneen) aus der Trias.
Links ein geschliffenes Felsstück aus Süd-Tirol, das ganz aus solchen Schalen zusammengesetzt ist, in doppelter Vergrößerung. Rechts, oben links eine einzelne Diplopora-Schale von innen (natürl. Größe), rechts und unten die Gyroporella vesiculifera mit teilweise und ganz entfernter Rinde.
(Nach Benecke.)

Umsonst sucht der schweifende Blick den Übergang von diesem Bilde zum heutigen. Und doch steht auch er im Gestein geschrieben, und wir werden ihn auf den folgenden Blättern immer klarer hervortreten sehen.

Einen Augenblick mag uns hier noch die Tierwelt des freien Trias-Oceans fesseln, wie sie auch bis in dieses Mittelmeer vordrang. Von jenen früher erwähnten beiden Hauptgruppen der nautilusähnlichen Kopffüßer (vergl. S. 298), den echten Nautiloideen und den Ammonoideen, sind erstere hier bereits ganz in den Hintergrund gedrängt, wenn auch, wie der überlebende Nautilus unserer Tropenmeere beweist, ihre Lebenszähigkeit nie ganz erlöschen sollte. Um so üppiger durchteilen die blaue Meerflut dafür die Ammonoideen. Gegen tausend verschiedene Formen bietet schon jetzt die doch nur an vereinzelten Orten besser bekannte triasische Oceanfauna.

Riesige Gestalten sind darunter, wie das Pinacoceras Metternichi von Hallstatt, dessen Schalen einen Durchmesser von 1½ m erreichen. Andere zeigen die seltsamsten Skulptur-Kunststücke wie das abgebildete Trachyceras, dessen Rippen wie in Knotenreihen aufgelöst erscheinen. Bisweilen mischen sich auch schon aufgerollte und gestreckte Formen in die Menge, obwohl die Neigung nach dieser Seite ihre Hochblüte erst gegen Ende der ganzen Ammoniten-Entwickelung, in der Kreidezeit, finden sollte; merkwürdig genug ist von solchen Strecktypen das beistehende Cochloceras, das bis zur Täuschung gewisse heute lebende Meeresschnecken „vorausahnt". Die schönste Fundstätte aller dieser verschollenen Geschlechter tintenfischähnlicher Geschöpfe bilden die Hallstätter Kalke im Salzkammergut. Auf den Tischen der Händler in den Badeorten drängt ihr Anblick sich auch dem auf, der sonst sein Leben lang als ein Blinder an den Wundern der Urwelt dahinschritt: prachtvolle Schaustücke aus marmorglatt poliertem roten Kalk mit weißer Kalkspatfüllung in den Kammern des Gehäuses, die jeder gern als Briefbeschwerer mit nach Hause nimmt, — vielleicht um sie in demselben Gemach aufzubewahren, wo er auch eine moderne Nautilusschale als Schmuckstück auf dem Kaminsims stehen hat, ohne doch je zu ahnen, wie sich in diesen beiden Kopffüßerschalen Ältestes und Modernes paart.



Zwei Ammonshörner der Trias-Zeit
(Schalen von Tieren aus der Verwandtschaft der Tintenfische).
Links das Trachyceras noduloso-costatum von Röthelstein bei Aussee, rechts das Cochloceras Fischeri von Sandling bei Aussee, das in hohem Maße gewissen heute lebenden Schnecken gleicht. Beide Formen gehören dem offenen Meer der Trias-Zeit an, das mächtige Sedimente in den östlichen Alpen hinterlassen hat.

Zum erstenmal beleben das Trias-Meer auch Vortruppen des heute so zahlreichen Volks der echten Tintenfische (Zweikiemer, Dibranchiata), doch fällt die eigentlich bedeutsame Vollentwickelung dieses Stammes in die folgende Jura-Zeit, wo wir sie denn auch erst näher betrachten wollen. Dagegen muß als besondere Merkwürdigkeit erwähnt werden die Tierfauna von St. Cassian mitten im Dolomitenlande von Süd-Tirol (Abteythal). Auf der sogenannten Stuoreswiese liefert der weiche Mergel dort unerschöpfliche Massen reizender Versteinerungen: Brachiopoden, Seeigel, Korallen, Ammoniten, vor allem aber Schnecken, die für die Einwohner infolge der Nachfrage auf dem geologischen Markt nachgerade zu einem förmlichen

Ausfuhrartikel geworden sind. Das Erstaunlichste dabei ist, daß man es durchweg mit winzig kleinen Arten zu thun hat, — einer wahren *Miniaturfauna*, über deren Entstehung man sich bisher vergebens den Kopf zerbricht. Möglich, daß die Nähe der aschespeienden Vulkane einige Meeresbuchten hier seicht gemacht und irgendwie abgesperrt hatte, so daß das Reich der Kleinen nach Ausmerzung aller großen, ungeeigneten Formen unbehindert blühen durfte — eine sichere Hypothese giebt es vorläufig nicht, und auch der Leser, der auf einer Tiroler Tour dort für billiges Geld „Kurretsch" zum Andenken erwirbt (so werden die zierlichen Schälchen vom sammelnden Volke genannt), möge sich erinnern, daß er seine Hand auf ein großes Geheimnis der Erdgeschichte legt.



Eine Muschel aus dem offenen Meer der Trias-Zeit.

Die Art (Monotis salinaria aus dem roten Alpenkalk von Berchtesgaden in Tirol; 2/3 der natürl. Größe) gehört zu einer in den Ost-Alpen, dem Himalaya, in Tibet, auf Spitzbergen, in Neu-Seeland, in Peru und in Californien massenhaft fossil auftretenden Gattung aus der hohen See der Trias-Zeit. Zu der Familie, der sie sich einordnet (Aviculidae) zählt auch die berühmte Perlmuschel (Avicula margaritifera). Die Aviculiden beginnen bereits im Silur, spalteten sich schon in den früheren Perioden der Erdgeschichte in zahlreiche Arten (bekannt sind heute bereits über 1000 fossile) und leben als sehr zusammengeschmolzener Rest heute noch meist in den Tropenmeeren, z. B. die echte Perlmuschel im Indischen Ocean. (Vergl. das Bild S. 353.)

Gewisse Muschelgeschlechter der Alpentrias wie z. B. die abgebildete flache *Monotis* sind deshalb interessant, weil sie direkter noch als alle anderen von dem freien Weltmeer der Zeit erzählen, jenem Weltmeer, das Südsee und Nördliches Eismeer noch über die heutigen Grenzen hinaus umfaßte und seinen Arm bis hier in die Alpenlande hinein streckte. Die Schalen der Monotis liegen wie hier in den Alpen so im Himalaya, in Spitzbergen, am Ochotskischen Meer, in Neu-Seeland und in Peru: überall Marksteine eines und desselben riesigen Oceans. In diesem Ocean schwammen, auch das lehrt der Alpenkalk, *Ganoidfische*, langhalsige *Nothosaurier* und die ersten *Ichthyosaurier*.

Es ist gut, beim Abschied von der Trias-Formation das Bild des Oceans im Auge zu behalten. Die neue Epoche, die dahinter aufdämmert, die *Jura-Zeit*, knüpft überwiegend bei echten Meeresniederschlägen an. Von allen Perioden der Erdgeschichte ist es die unanzweifelbar großartigste, der wir uns mit ihr nähern.

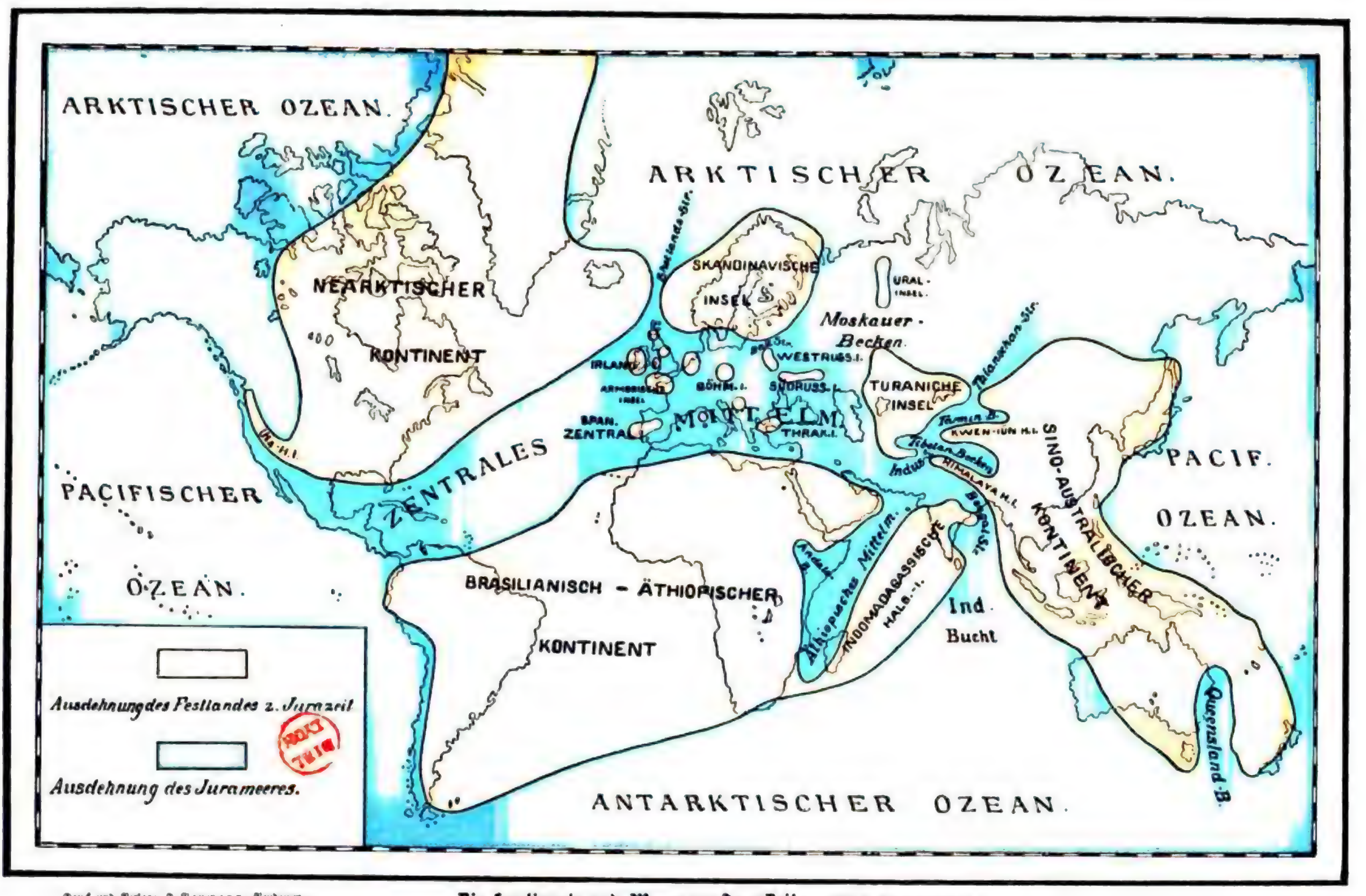
Die Jura-Formation,
das Zeitalter der Fischeidechsen.

Wenn man den Namen der Jura-Formation ausspricht, so ist es, als wenn über einer bisher im Nebel verschleierten Landschaft die Sonne aufginge. Es ist die erste Periode der Erdgeschichte, von unten an gerechnet, die bis zu gewissen Grenzen klar vor uns liegt. Dabei fällt diese Klarheit aber — und das macht den Reiz aus — auf eine Welt, die uns ihrer Erscheinungsform nach thatsächlich noch sehr weit abliegt. Je deutlicher wir die Einzelheiten erkennen, desto seltsamer, desto fremder wirkt das ganze Bild. Und es ist kein Zufall, sondern ein typischer Zug, wenn der Ruf dieser Epoche für die weiteren Laienkreise grade anknüpft an ein so abnormes, heute gänzlich von der Erde verschwundenes Tier wie die Fischeidechse Ichthyosaurus.

Wohl jeder auch nur halbwegs Gebildete hat von diesem Geschöpf einmal gehört und sein über alle Museen verbreitetes Skelett einmal flüchtig angesehen. Der zweite Name, der dann auch jedem, der je eine Karte benutzt hat oder selbst ein paar Schritte in der Welt herumgekommen ist, geläufig sein wird, ist der des Jura-Gebirges, — sei es nun, daß er an den Schwäbisch-Fränkischen Jura oder die große Schweizer-Kette denkt.

Zwischen beiden Begriffen — Ichthyosaurus und Jura — liegt aber eine enorme Tafel, die der Ausfüllung durch den Geologen harrt. Bunte, wechselvolle Bilder in kaum zu fassender Fülle drängen sich da heran, zwischen denen wir uns jetzt eine Weile häuslich niederlassen wollen. Für kurze Arbeit erwartet uns dabei ein reicher Lohn.

Viele Momente haben sich vereinigt, um grade die Jura-Formation so besonders zu begünstigen. Bedeutende, durch starke Erhebung besonders auffällige Ablagerungen der Zeit inmitten der regsamsten, denkendsten Kulturlande wie England, die Schweiz, in Deutschland Schwaben und Franken. Durchweg in diesen Ablagerungen ein überraschender Reichtum, ja Überfluß an Versteinerungen, was seine direkte Ursache darin findet, daß es sich um echte Meeressedimente handelt, die allemal dem Versteinerungsprozeß die günstigsten Chancen bieten. Unter diesen Fossilien eine große Reihe besonders erhaltungsfähiger Formen wie die zahllos variierten, leicht kenntlichen Schalen der tintenfischähnlichen Ammonoideen und die Skelette eben jener großen Reptile wie Ichthyosaurus. Dazu der allemal so glückliche Zufall, daß gewisse Gesteine der Formation zu industriellen Zwecken systematisch durch gewaltige Steinbrüche ausgebeutet werden konnten, wobei hier — im lithographischen Schiefer von Solenhofen — die wirtschaftlich wertvollste Stelle grade zusammenfiel mit einer paläontologisch einzig dastehenden Schatzkammer der seltensten Objekte für den Forscher.



Druck und Verlag: J. Neumann, Neudamm.

Die Kontinente und Meere zur Jura-Zeit. (Nach Neumayr.)

Es ist nur eine Folgeerscheinung dieser ungewöhnlich reichen Grundlagen, wenn wir nun grade um die Kenntnis des Jura eine Reihe der genialsten Detailforscher sich bemühen sehen, von denen nur der Altmeister der Geologie, Leopold von Buch, der Franzose d'Orbigny, Quenstedt von Tübingen und sein Schüler Oppel und der leider so früh verstorbene, allenthalben bahnbrechende Österreicher Melchior Neumayr erwähnt seien. Klar ist, daß die Gunst der Dinge die findigsten Köpfe hierher ziehen mußte. Die Geschichte der Juraforschung geht zurück bis auf den großen englischen Pionier der paläontologischen Wissenschaft, den Ingenieur William Smith. (Vergl. Bd. I S. 184.) Er regte in seinem Vaterlande das Studium der Formation an, die ihre Ablagerungen in England als breites Band von Portland an der Südküste am Kanal über Oxford weg bis nach Whitby hoch an der Ostküste hinterlassen hat. Aus dem Sprachgebrauch des englischen Volkes stammen noch jetzt bei uns die Namen der drei Hauptabteilungen des Jura: Lias (sprich Leias), Dogger und Malm. Ihren Gesamtnamen aber hat die Formation mit Recht an ihrer klassischen Stätte auf dem Kontinent erhalten nach dem Jura-Gebirge. Aus dem Herzen von Frankreich herauskommend, spinnen sich die centraleuropäischen Jura-Gesteine um die Schweiz herum nach Deutschland hinüber, wo sie — eben als Schwäbischer und Fränkischer Jura — tief ins Land einschneiden. In Frankreich bildet der Jura zwei große Ringe. Der eine, nördliche, der nur zum Teil geschlossen ist, umzieht das Tertiärbecken von Paris und deutet nach England hinüber, — der andere, der südlich sich direkt daranfügt, schließt das granitische Centralplateau Frankreichs mit den merkwürdigen Vulkankegeln der Auvergne (vergl. Bd. I S. 692) im weiten Bogen ein. Zwischen Besançon und Montbeliard lenkt dann von diesem doppelten Ringsystem ein Ast nach dem echten „Mont Jura“ hinüber, dem großen westlichen Grenzwall der Schweiz, der mit der krystallinischen Hauptkette der Alpen sich nordostwärts krümmt, bis er auf den Rhein kurz nach seinem Austritt aus dem Bodensee stößt. Ein wirklicher Abschluß der nordostwärts streichenden Gebirgslinie findet aber hier nicht statt; eine schmale Brücke leitet direkt in den Schwäbischen Jura (Rauhe Alb) über. Eine ähnliche magere Verbindung verknüpft endlich im Fortgang diesen mit der Masse des Fränkischen Jura (Fränkische Schweiz), der aber wieder eine Tendenz gleichsam zur Ringbildung zeigt, indem er langsam erst ganz nach Norden und dann sogar nach Nordwesten umbiegt. Ein isoliertes norddeutsches Stück taucht noch weit jenseits im Wesergebirge auf, um von der Weser malerisch in der sogenannten Porta Westphalica durchbrochen zu werden. Ein anderes, noch mehr losgetrenntes Juragebiet liegt im Westen in Oberschlesien, womit die deutsche Juraentwickelung abschließt. Weitaus die interessanteste Partie von all diesen genannten ist die echte Jura-Linie von der französischen Westecke der Alpen bis nördlich von Baireuth in Franken.

und im engeren darin wieder, wenigstens für die Zwecke des Paläontologen, der deutsche, rechtsrheinische Teil.

Mit voller Deutlichkeit tritt hier die Dreiteilung des mitteleuropäischen Jura hervor. Oben sind die englischen Namen dafür (Lias, Dogger, Malm) angeführt. Die beiden letzteren Schichten werden in dieser englischen Terminologie als Eierstein- oder Oolith-Formation (so genannt nach der Zusammensetzung gewisser Schichten aus fischeier-ähnlichen Kügelchen) zusammengefaßt, eine Bezeichnung, die vielfach dann auch auf den ganzen Jura ausgedehnt worden ist. Leopold von Buch hat dagegen (im übrigen auch scharf auf der Dreiteilung fußend) in Schwaben nach den deutlichen Farbunterschieden die drei Stufen als den schwarzen, den braunen und den weißen Jura unterschieden (von unten nach oben entsprechend Lias, Dogger, Malm), und auch diese Bezeichnung ist weit verbreitet, obwohl für andere Orte der Farbton im einzelnen nicht paßt. Schon landschaftlich lassen sich die drei süddeutschen Jurastufen sehr gut trennen. „Der schwarze Jura", so charakterisiert Karl Vogt den Unterschied, „bildet ein flaches Hügelland, das wie ein Teppich am Fuße des Gebirges sich ausbreitet, überall durch seinen Wasserreichtum ein fruchtbares Gelände mit sanften Formen darstellt und gewöhnlich von den Flußthälern so tief eingeschnitten wird, daß die Keuperschichten an seiner Basis hervortreten. Stühlingen, Speichingen, Balingen, Hechingen, Reutlingen, Stuttgart, Nürtingen, Göppingen, Gmünd, Ellwangen, Nördlingen, Ettlingen, Nürnberg, Bamberg, Lichtenfels, Baireuth liegen in oder an der Zone des schwarzen Jura, der sich von Bamberg über Lichtenfels, Koburg und Baireuth bis gegen Kreuß hin wie ein Haken um die Nordspitze des Gebirges, zwischen dieses und das Fichtelgebirge hineinschlingt. Der braune Jura, dessen Zone weit schmäler ist, tritt hauptsächlich nur als mehr oder minder steiler Abhang an dem Fuße des Gebirges hervor, überall von tiefen Wässerungen und Bachbetten durchfurcht. Die Alb selbst steigt mit gewaltigen schroffen Abstürzen, die alle nach Nordwesten gekehrt sind, unmittelbar über diesen Abhängen aus der Tiefe herauf und bietet dann auf ihrer Höhe ein unfruchtbares, wasserarmes Hochplateau, das allmählich nach Südosten hin sich absenkt. In dem ganzen Bereich der Rauhen Alb kann man kaum einen tieferen Thalriß finden, und diese sind auch in dem Fränkischen Jura seltener, obgleich an der Nordspitze des Gebirges in der Fränkischen Schweiz, zwischen Bamberg und Baireuth allerdings tiefere Thalrisse und deshalb eine größere Mannigfaltigkeit der Oberflächenbildung sich zeigt. Das ganze Hochplateau zeichnet sich auf jeder Karte durch den Mangel an größeren Orten, ja selbst an Städtchen und Dörfern aus."

Geologisch kann es keinen Augenblick zweifelhaft sein, daß wir hier wie in der Schweiz, in Frankreich, in England in allen drei Schichten des Jura wesentlich echte Meeressedimente vor uns haben. Ganze Gesteins-

massen der obersten, weißen Stufe, die der Schwäbischen Alb (mons albidus, der weiße Gebirgszug) ihren Namen gegeben hat, bestehen aus Schwämmen und Korallen. Das deutet auf offene See. In der untersten Schicht, dem Lias, liegen in Württemberg und in England die großen Fundstätten der Fischeidechsen (Ichthyosaurus). Das besagt bei dem Bau dieser Tiere dasselbe, wie wenn wir heute Walfischknochen irgendwo finden: der Ichthyosaurus war ein Schwimmer im freien Ocean, wie heute der Grönlandwal. Mit dieser Thatsache verschiebt sich aber sofort und fundamental das Bild der Jura-Zeit in Süddeutschland gegenüber dem der Trias. In der Trias sahen wir ein relativ offenes Mittelmeer mit östlichem Anschluß an den Großen Ocean an Stelle der heutigen Ostalpen. Um flache krystallinische Inseln erhoben sich aus ihm die gewaltigen Korallenriffe der heutigen Dolomiten. In Süddeutschland dagegen war während der ganzen Epoche wechselndes Terrain, bald seichte Strandbildungen, bald entschiedene Landerhebung und nur gelegentlich ein Ansatz zu tieferer Meeresbedeckung. Im Jura muß sich dieses Verhältnis entscheidend geändert haben. Während langer Zeiträume eroberte das von Süden heranflutende Mittelmeer den größeren Teil von Mittel- und Nordeuropa. Mit ihm drangen die Korallen, die Schwämme, die Seelilien unaufhaltsam vor, und auf den Wellen des erweiterten Oceans schwammen scharenweise die Ichthyosaurier in unser Vaterland ein. Natürlich blieb während einer so ungeheuer langen Erdperiode, deren wechselnde Art sich schon in den drei verschiedenen Stufen des Jura so deutlich ankündigt, der Umfang dieses europäischen Jurameeres sich nicht immer gleich. Zunächst kam die Wasserbedeckung nicht auf einmal, sondern Schritt für Schritt. Auch dann noch geschah es aber, daß Inseln sich erhoben und wieder verschwanden, während einzelne an sich hochragende Partien dauernd dem Ocean Trotz leisteten. Insel- oder Korallenbarrieren schlossen seichte Meeresteile gelegentlich und lokal doch wieder vom Ocean ab und erzeugten Bildungen, die sich den Absatzverhältnissen der Trias vergleichen lassen. Ganz gegen Ende der Epoche trat überhaupt wieder eine viel weitergehende Landentfaltung ein. Aber das alles hemmt im Gesamtbilde den durchaus marinen Charakter nicht. Immer wieder trifft der Blick, der von irgend einer der heute noch erkennbaren Inseln auch nur wenig ins Weite schweift, auf die freie Fläche des echten Oceans, der im Verlauf der Epoche allmählich das ganze Gebiet von der Küste Afrikas bis zur Nordsee verschlungen hatte.

Schon in der Trias trat uns die Verlockung entgegen, eine wirkliche Karte jener fernen Zeit aus den zahlreichen Einzelfunden zusammenzustellen. Und es gelang, wenigstens ein paar Punkte klar zu gewinnen: die Lage des größten triasischen Weltmeers (Stiller Ocean und Nördliches Eismeer), die außerordentliche Länderentfaltung südlich vom Äquator (Gondwanaland), die Verbindung des alpinen Mittelmeers mit jenem Welt-

28*

meer über den Himalaya weg. Für die Zeit der größten Meeresentfaltung des Jura (also seine sedimentreichste, am merkbarsten auf der Erde abgeprägte Epoche), die etwa um die Mitte des oberen, weißen Jura (Malm) gesucht werden muß, sind solche Streifzüge in die uralte Geographie schon mit weit mehr Glück unternommen worden. Der Leser findet auf der beigehefteten Farbentafel die Jura-Karte, wie sie Melchior Neumayr in kühnen Zügen entworfen hat. Wesentlich im Anschluß an die eigene Texterklärung des Meisters sei diese Karte kurz erläutert.

Das europäische Meer wird auf den ersten Blick hier vollkommen klar. Es bildet die rechte Hälfte eines großen centralen Mittelmeers, das von Mexiko an, wo eine offene Südseestraße war, das mittelste Stück des heutigen Atlantischen Oceans, sodann das heutige Mittelländische Meer, den größten Teil des heutigen europäischen Festlandes und ein Stück des heutigen asiatischen Kontinentes, von Kleinasien über den Kaukasus weg bis an den Himalaya, sowie Tunis und Algier umfaßte. Da, wo sich die Details heute noch studieren lassen, in Europa, heben sich etwa ein Dutzend Inseln aus dem Meere herauf: Böhmen, die Bretagne und Wales, Central-Spanien, Irland u. a. Im Norden dieser Inseln schließt die uralte, bis nach den Shetlandinseln ausgedehnte skandinavische Masse das centrale Mittelmeer gegen den Arktischen Ocean, den wir schon in der Trias als vorhanden feststellten, ab. Die entsprechende Südbarriere bildet die Wüstenregion von Nord-Afrika. Hier liegen heute noch die dem Jura erst nachfolgenden Kreideschichten unmittelbar auf paläozoischen Massen, — ein sicherer Beweis, daß das Jurameer niemals hier vorgedrungen war. Sehr kompliziert und in den Einzelheiten auch noch äußerst problematisch sind die östlichen Begrenzungen und Fortsetzungen des europäischen Meeres. Kein Zweifel ist, daß große Teile des heutigen Asien in dieser späteren Zeit der Epoche ebenfalls ganz unter Wasser geraten waren. Schon in der Trias schien sich ja ein Meeresarm von den Ost-Alpen zum Himalaya und von da nordwärts quer durch Sibirien zum Eismeer geschlungen zu haben. Die Karte deutet auch jetzt noch eine Verbindung dieser Art an, die über das Schwarze und Kaspische Meer, den Kaukasus, Kleinasien, Persien, Afghanistan bis an den Himalaya geht und von da durch Central-Asien nordwärts in den weit nach Süden herabflutenden Arktischen Ocean durchbricht. Diese südlichsten Teile des Arktischen Oceans waren aber nach Neumayrs Ansicht gleichzeitig auch breit über Rußland weg (Moskauer Becken) gegen das europäische Meer hin offen. Das Land, das diese zwei gesonderten Wasserstraßen nach dem nordasiatischen Ocean trennte, ist auf der Karte als Turanische Insel bezeichnet. Es umfaßt den südwestlichsten Teil von Sibirien, Turan und Turkestan. Neumayr gründete seine Existenz hauptsächlich auf die dort vorkommenden ausgedehnten Kohlenbildungen des

Jura, die auf festes Land mit Süßwasserseen schließen lassen. Von anderer Seite ist wenigstens die angesetzte Größe der Turanischen Insel angezweifelt worden, und umgekehrt hat man mit Nachdruck gegen Neumayr betont, daß zu keiner Zeit des Jura das nördliche und östliche Sibirien so vollständig überschwemmt gewesen sei, wie die Karte es zeigt. Im Detail wird da die Folge noch manchen Wandel bringen, doch steht auf alle Fälle fest, daß das jurasische Nordpolarmeer unverhältnismäßig viel weiter südwärts ging als das heutige und daß es mit dem europäischen Teil des centralen Mittelmeers in freier Verbindung stand. Nach dem Pol zu finden sich seine Spuren in Gestalt mariner Jura-Versteinerungen, soweit Menschenkunst nur dort emporgedrungen ist: das Jurameer muß Spitzbergen wie Nowaja Semlja, die nordsibirischen Inseln wie das geheimnisvolle Franz Josephs-Land überflutet haben. In ebenfalls unverhältnismäßig viel breiterer Entfaltung floß es dann über Ost-Sibirien und das nordamerikanische Alaska weg mit dem Stillen oder Pacifischen Ocean zusammen, den wir schon in der Trias an seiner heutigen Stelle gefunden haben. Als Westmauer dieses Pacifischen Oceans zeigt die Karte einen sogenannten sino-australischen Kontinent. Er setzt sich zusammen aus dem südöstlichen Teil Asiens (vor allem China), den Sundainseln und Neu-Holland mit seinem engeren Inselkranz von Neu-Guinea bis zur Westküste Neu-Seelands und Tasmanien. In der That zeichnet sich dieses ganze gewaltige Gebiet vom Thianschan in Central-Asien bis nach Tasmanien dadurch aus, daß der Jura entweder ganz fehlt oder Binnenablagerungen (Kohlenflötze) hinterlassen hat, — ein ziemlich sicherer Beweis, daß hier eine kompakte Festlandmasse lag. Wenn der Leser sich des früher Ausgeführten über die Verhältnisse zu Ende der Karbon-Zeit erinnert, so wird er begreifen, daß in diesem Kontinent ein großes Stück des uralten Gondwanalandes noch erhalten war. Ein zweites Stück, das nach Neumayrs Ansicht damals allerdings schon durch eine Meerenge (Bengalische Straße) vom Rest abgelöst war, stellt die indomadagassische Halbinsel dar, mit der auch jetzt noch immer Indien und Süd-Afrika trocken verknüpft blieben, genau wie zur Zeit der alten Glossopteris-Flora und später der Karroo-Reptilien. Vom heutigen Indischen Ocean war also nach wie vor nicht viel da. Noch weniger aber, wie es scheint, jenseits Afrika vom Atlantischen. Afrika, in seinen Centralmassen einer der ältesten und zähesten Kontinente, stand bereits in voller Ausdehnung (sogar um Arabien verstärkt) über Wasser. Desgleichen Süd-Amerika. Mancherlei Anzeichen aber legen nahe, daß diese beiden gewaltigen Länder in Wahrheit damals noch eine einzige Masse bildeten, indem der heutige Südteil des Atlantischen Oceans in seiner ganzen afrikanisch-südamerikanischen Breite trocken lag. Weder an der Westküste Afrikas noch in den Ostteilen Süd-Amerikas ist bislang eine Spur

mariner Jurasedimente nachgewiesen, — gewiß ein treffendes Argument. Dagegen floß das centrale Jurameer um so offenkundiger über Central-Amerika und Mexiko weg. In Nord-Amerika war der Osten unbestritten Festland, und zwar erstreckte sich dieses Festland weit über die heutigen Grenzen weg nach Grönland, Island, ja wohl beinah bis Schottland hin und schnitt so auch im Norden ein beträchtliches Stück des heutigen Atlantischen Oceans ab.

Das ist der Umriß der Jura-Karte, wie man sie heute annähernd wenigstens schon vertreten kann. Natürlich geht es noch nicht an, jedes Fleckchen auf die Goldwage zu legen. Aber die großen Züge sind doch da, und das ist schon viel wert. Vergessen darf nicht werden (was oben schon erwähnt ist), daß die Karte, wie sie hier geboten ist, nicht ohne weiteres auf die ganze Jura-Zeit paßt. Dazu ist die Periode viel zu lang. Für den Anfang, die Lias-Formation, ist es sogar direkt nachweisbar, daß sie auf der nördlichen Halbkugel noch weit mehr Festland zeigte als die hier ins Auge gefaßte Malm-Formation. Diese Verschiebungen haben grade wieder ihren besonderen geologischen Reiz. Es ist in hohem Grade seltsam, daß innerhalb der Jura-Epoche im ganzen eine so unverkennbare Wasserzunahme gegen den Nordpol fühlbar wird, die in schärfstem Gegensatz zu den heutigen Verhältnissen den eigentlichen Kontinentring der Erde in die Äquatorzone bringt. Handelte es sich um ein allgemeines, von irgend einem Gesetz beherrschtes Abfließen der Wasser zu den Polen in der damaligen Epoche? Es ist oben schon einmal erwähnt (S. 274 f.), daß man nach mancherlei Anzeichen für die Gegenwart grade einen umgekehrten Verlauf (Erhöhung des Wasserspiegels am Äquator) voraussetzen möchte. Ist in diesem Auf und Ab vielleicht ein periodisches Phänomen der Erdentwickelung zu sehen? Unsere totale Unkenntnis über die geologische Struktur der Südpol-Länder von heute erlaubt es noch nicht, den Vorgang für die Jurazeit völlig aufzuhellen.*) Wir wissen nicht, ob auch dort

*) Es ist schon im ersten Bande dieses Werkes (S. 359) gelegentlich darauf hingewiesen, welche Fülle naturwissenschaftlicher Aufschlüsse eine planmäßige Erforschung der Südpolargegenden gewähren würde. Hier haben wir eine geologische Bestätigung. In einer Zeit wie der gegenwärtigen, wo gleichsam periodisch eine Art „Pol-Fieber" ausbricht, d. h. eine plötzliche Begeisterung für Entdeckungsfahrten nach dem Pol (zunächst allerdings immer dem, wie es scheint, noch zugänglicheren Nordpol) mag es nicht unangemessen sein, bei jeder Gelegenheit mit Energie darauf hinzuweisen, wie relativ nutzlos alle Polarfahrten sind, die bloß in hastiger Tour den Ruhm der „Entdeckung des Pols" einheimsen wollen. Jede Scholle Gestein, die aus diesen Gegenden mitgebracht und von kundiger Hand untersucht wird, kann den Fortschritt der Wissenschaft mehr fördern als der rein äußerliche Triumph, daß ein Mensch den Pol selbst betritt. In diesem Sinne ist ein langsames, aber systematisches Vordringen durch einen Kranz wissenschaftlich geleiteter Versuchsstationen der einzig ersprießliche Weg, und für ihn allein sollten vorläufig Geldmittel, die für diese Dinge flüssig werden, ihre Verwertung finden.

marine Jurasedimente liegen wie im Norden. Die Wahrscheinlichkeit aber ist unbestreitbar, daß auch dorthin das Wasser abgeflossen sei, als es im Norden bis Franz Josephs-Land vordrang. Gewiß wird die Zukunft hier noch eine reiche Beute finden, und vielleicht tritt dann wirklich einmal der Fall ein, daß die Vorgänge in einer so fernen Zeit wie dem Jura direkt zum Schlüssel für geographische Rätsel der Gegenwart werden.

Erwähnt sei noch, daß Neumayr seine geistvollen Studien über die Jura-Karte erweitert hat zu höchst interessanten Spekulationen über die Zonen-Unterschiede auf der Erde zur Jura-Zeit. Er glaubte bereits ziemlich genau einer tropischen, gemäßigten und kalten Zone auf den beiden Erdhälften auf der Spur zu sein, indem er bestimmte Übereinstimmungen und Unterschiede der Jura-Tierwelt zwischen dem Äquator und den Polen dahin deutete. Doch sind seine Detailausführungen über diese Dinge noch zu sehr einer schwankenden Kritik unterworfen, als daß es ratsam schiene, in dieser populären Darstellung sie schon verwerten zu wollen. Der Hinweis, daß auch hier bereits mit Mut (von kühnen Pionieren) die Axt angesetzt wird, mag genügen.

Die Karte hat uns den Rahmen aufgerichtet, in den es jetzt ein überaus grandioses Bild zu zeichnen gilt: das Bild der Lebewelt des Jura. Von je ist sie die Freude der Sammler gewesen, der Stolz auch der kleinsten Museen, denen wenigstens die nötige Ichthyosaurusplatte nicht fehlen durfte. Beginnen wir denn bei diesem Ichthyosaurus, indem wir damit zugleich den Faden des vorigen Kapitels bei dem, was über die Wirbeltierklasse der Reptilien gesagt ist, wieder aufnehmen. Der Leser möge dazu zunächst die Bilder S. 40 und 41 aufschlagen, die in einer jetzt ziemlich sicheren Form die gewaltige Fischeidechse im Skelett und rekonstruiert wiedergeben.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die ebenso häufigen wie auffälligen Knochenreste dieses Reptils schon früh die Aufmerksamkeit des Volkes erregt und zu mancher der landläufigen Drachensagen Anlaß gegeben haben. Trotzdem ist der Umstand ein gutes Beispiel dafür, wie spät die Wissenschaft erst an wirkliche paläontologische Studien gedacht hat, daß die älteste Beschreibung und Abbildung echter Ichthyosauruswirbel sich erst 1708 bei Johann Jakob Baier in seiner Oryctographia Norica findet. Sie figurieren dort als Fischwirbel (Ichthyospondyli), denen sie in der That vollkommen ähneln. Der brave Scheuchzer, der, wie früher erzählt ist, schon einmal einen Riesensalamander für das Beingerüst eines in der Sündflut ertrunkenen Menschenkindes gehalten hatte, opponierte gegen Baier, indem er auch in diesen Resten Menschenwirbel von Opfern des Hochgerichts sehen wollte. Und es brauchte noch einmal runde hundert Jahre, bis vollständige Skelette aus dem englischen Lias den allgemeinen Habitus

des Tieres wenigstens richtig stellten. Der Konservator des britischen Museums, König, erfand jetzt den treffenden Namen Ichthyosaurus (ichthys = Fisch, sauros = Eidechse). 1824 machte G. Jäger darauf aufmerksam, daß man die Fischechsen nicht in England zu suchen brauche, da sie auch in unserm württembergischen Jura massenhaft vorkämen. Inzwischen war die Epoche der Versteinerungskunde angebrochen, die Cuviers Geist beherrscht, und seine Meisterhand gab im fünften Bande des großen Prachtwerkes über die fossilen Knochen das erste umfassende Bild vom Bau des Geschöpfes, zu dem die Folgezeit nur mehr einzelne Züge nachtragen konnte. Von ihm stammt auch die Charakteristik, die seitdem in allen populären Schriften fast bis zum Überdruß wiederkehrt: der Ichthyosaurus habe „die Schnauze eines Delphins, die Zähne eines Krokodils, den Kopf und die Brust einer Eidechse, die Flossen eines Wals und die Wirbel eines Fisches". Aus neuerer Zeit existiert wie begreiflich eine große Litteratur über Ichthyosaurus. Vornehmlich war es die systematische Stellung, die Anlaß zu langen Debatten gab und, wie schon S. 389 erwähnt wurde, sogar dazu geführt hat, daß ein ausgezeichneter Anatom wie Gegenbaur die Reptiliennatur, nachdem sie mühsam festgestellt war, ganz wieder in Abrede stellte und eine besondere, direkt den Fischen entsprossene Wirbeltierklasse für Ichthyosaurus und Plesiosaurus schaffen zu müssen glaubte, — ein Vorgehen, das im allgemeinen aber isoliert geblieben ist und die Owen'sche Anschauung, daß diese beiden Hauptgruppen der Fischsaurier bloß den Rang zweier Ordnungen innerhalb des echten Reptilienstammes einnähmen, nicht dauernd hat erschüttern können. Von direkten neuen Funden der letzten Jahre sind entscheidend wichtig geworden vor allem zwei: die Entdeckung zahnloser Ichthyosaurier im Jura von Wyoming (Nord-Amerika) durch Marsh und die ganz kürzlich in Schwaben geglückte eines noch mit einem Abdruck der Haut umgebenen Exemplars, das die Ansicht von der Natur der Flossen wesentlich berichtigte.

Die besten Fundstätten für Ichthyosaurus liegen in der untersten der drei Juraschichten, im schwarzen Jura oder Lias. Doch kommen, wie im letzten Kapitel berührt ist, die ersten Vorläufer schon in der marinen Trias vor und die letzten Nachzügler gehen bis zum Ende der Kreide, ja vielleicht bis in die Anfänge des Tertiär. Wiederum innerhalb des Lias heben sich zwei Fundorte ersten Ranges hervor: England und der Schwäbisch-Fränkische Jura. Zerstreut kommen allerdings Ichthyosaurus-Reste gradezu in der ganzen Welt vor. In den Steiermärker Alpen lag der S. 389 erwähnte kolossale Triassaurier. Aus Spitzbergen stammen die Trias-Reste, die Nordenskjöld mitgebracht hat. Bei Havre ist der Riesenschädel mit 22 cm langen Augenhöhlen gefunden worden, der jetzt als Ichthyosaurus Cuvieri im Museum von Havre steht. Eine Kreide-Gattung stammt aus Trispenstedt und Thiede bei Braunschweig, eine andere aus

den Karpathen. Vereinzelte große Wirbel bezeugen den Ichthyosaurus indicus für Ost-Indien, der Ichthyosaurus australis lebte im Kreidemeer von Queensland (Australien), aus Neu-Seeland liegen ebenfalls Wirbel vor, und jene wunderliche zahnlose Familie (Baptanodon) findet sich, wie gesagt, im Jura von Wyoming in Nord-Amerika. An den zwei genannten Fundstätten in England und Württemberg aber handelt es sich nicht mehr bloß um gelegentlich auftauchende Skelette, sondern gradezu um vorerst unerschöpfliche Katakomben, in denen Tier an Tier liegt.

In England ist der untere Lias von Dorsetshire und Somersetshire am berühmtesten. Hier liegen die Skelette in wunderbarer Erhaltung bald in dunkelblauem, mit Schwefelkies durchsetztem Thon, bald im mergeligen Kalkstein, durchweg in der Seitenlage, wie sie tot auf den Schlammgrund gefallen sind und entsprechend unten besser erhalten als oben, wo der Wellenschlag der Mumifizierung im Sediment hinderlicher sein mußte. Am Fuß der Schwäbischen Alb giebt der obere Lias bei Boll, Holzmaden, Ohmden und Metzingen das Vorratshaus her, andere reiche Fundstätten liegen in Franken. „Der Reichtum an Saurierresten,“ berichtet Fraas aus Schwaben, „ist ein ganz erstaunlicher und dürfte wohl jeden anderen Fundplatz bei weitem übertreffen. Außerdem zeichnen sich hier die meisten im Zusammenhang gefundenen Skelette durch vorzüglichen Erhaltungszustand aus, so daß die Tiere in einzelnen Fällen gradezu musterhaft, wie auf dem Präpariertisch ausgebreitet, liegen. Von der Fülle und Massenhaftigkeit der Funde kann man sich einen annähernden Begriff bilden, wenn man an die vielen Hunderte von Skeletten denkt, welche sich zerstreut in allen Museen der Welt vorfinden, denn es giebt wohl kaum eine größere Staats- oder Privatsammlung, in welcher ein Ichthyosaurus aus dieser Gegend fehlen würde. Nach den Angaben des an Ort und Stelle ansässigen Sammlers und Präparators, Herrn Bernhard Hauff, darf die Zahl der Ichthyosaurier, welche jährlich gefunden werden, etwa auf 150—200 berechnet werden, wovon immerhin gegen 20 so gut erhalten sind, daß es sich lohnt, die mühsame Arbeit des Präparierens zu übernehmen. Schlecht erhaltene und stark verworfene Skelette werden überhaupt nicht geachtet, sondern vollständig in den Abraum geworfen oder nur zum Präparieren einzelner Skelettteile verwendet.“

Kein Wunder, wenn eine so günstige Gelegenheit diese Ichthyosauruskatakomben zum Schauplatz einer ersprießlichen Handelsthätigkeit für die Steinbrucharbeiter gemacht hat. Auch davon berichtet Fraas in anschaulichen Bildern. „In den Schiefern, welche in offenen, 15—20 Fuß tiefen Gruben ausgebeutet werden, liegt durchschnittlich auf einer Quadratrute Oberfläche ein „Tierle“, wie der Arbeiter die Saurier nennt. Da liegen sie in ihren vieltausendjährigen Steinsärgen von Schiefer dicht umhüllt, nur die rohen Umrisse erkennt man wie bei den in Leinwand gewickelten Mumien. Man

sieht den Kopf durchblicken, die Wirbelsäule, die Lage der Extremitäten, die ganze Länge des Tieres, und raschen Blickes erkennt der Arbeiter, ob es ein Tier mit Flossen ist (Ichthyosaurus) oder mit Pratzen (Teleosaurus; vergl. unten). Ist doch ein Pratzentier ums Dreifache mehr wert, als eins mit Flossen. Aber nicht danach bloß richtet sich der Preis: das Wichtigste ist, wie und wo das Tier liegt, ob in festem, dauerhaftem Gesteine, ob es Schwefelkies führt, was leider die schönsten Stücke oft unbrauchbar macht,



Reptile der Jura-Zeit auf der geologischen Insel im Park von Sydenham (London).
Über die Entstehung dieser plastischen Rekonstruktionen vergl. Text S. 381 und Bild S. 383
Rechts gewahrt man einige Ichthyosaurier, links vorne den langhalsigen Plesiosaurus, dahinter den krokodilähnlichen Teleosaurus, auf dem Felsen die Flugeidechse Pterodaktylus.
(Unter Benutzung einer Photographie von Negretti und Zambra zu Sydenham.)

und namentlich, ob dem Stücke nichts fehlt, wenn die Platte durch das Schrämmen oder durch natürliche Abgänge entzweiging. Bis zu 100 Gulden wird für ein vollständiges Tier bezahlt. Der Arbeiter thut keinen Schritt zum Verkaufe des Fundes, er stellt ihn ruhig zur Seite, weiß er doch, daß fast von Woche zu Woche die Käufer kommen, die Unterhändler der Kabinette und wissenschaftlichen Sammlungen. Kein Pferdehandel wird je mit solchem Eifer abgeschlossen, mit solchem Aufgebot aller Beredsamkeit und aller Künste und Kniffe als der Saurierhandel, und keiner erfordert nebst genauer Kenntnis der Stücke so viele Schlauheit, um nicht, da ohnehin die Katze

im Sacke gekauft wird, zu Schaden zu kommen. Kein Kauf endlich kommt zu stande, ohne daß der Käufer noch die besondere Verpflichtung eingehen muß, mit verschiedenen Wein- und Mostflaschen den gefallenen Helden eine Totenfeier zu veranstalten."

Dem Knochenbau nach gehört der Ichthyosaurus zu den merkwürdigsten Tieren, die je gelebt haben. Am Schädel fallen sogleich die riesigen Augenhöhlen und die spitze Delphinschnauze auf. Die Gehirnhöhle ist sehr klein. In den Augenhöhlen zeigen sich bei den Skeletten die deutlichen Reste eines aus 15—19 Platten zusammengesetzten Knochenringes, der, beweglich wie er war, offenbar eine beliebige Erweiterung oder Verengung der Pupille ermöglichte. Überhaupt sind die ganzen Details der Kopfknochen höchst auffällige und von den meisten Reptilen in charakteristischen Punkten abweichende. Nur am Hinterhaupt bestätigt der einfache Gelenkkopf klar die Reptilnatur. Gewaltig ist bei der Mehrzahl der Arten das Gebiß. Bis zu 200 spitze Zähne stehen in den Kiefern, und zwar sitzen sie nicht in besonderen Zahnhöhlen, sondern drängen sich alle in einer gemeinsamen tiefen Rinne dicht aneinander, wobei sie lediglich vom Zahnfleisch und den erhöhten Rinnenrändern festgehalten werden. Nahezu zahnlos ist die sonst aufs nächste verwandte Gattung Ophthalmosaurus aus dem oberen Jura und der Kreide von England, ganz ohne Zahnwehr der Baptanodon Nord-Amerikas. Von einem eigentlichen Hals ist (sehr im Gegensatz zu den verwandten Plesiosauriern, die Hälse bis zu 22 Fuß Länge entwickelten) kaum die Rede. Die vorn und hinten tief ausgehöhlten Wirbelkörper entsprechen mehr denen der Haifische und Panzerlurche als typischen Reptilwirbeln. Grätenartige Bauchrippen, wie sie bei den Schnabelköpfen sich ähnlich finden, verliehen dem Brustkorb offenbar die Fähigkeit, gewaltige Quantitäten Luft beim Tauchen in sich zu beherbergen. Denn daß die Atmung durch Lungen erfolgte, unterliegt keinem Zweifel. Auch der überaus kräftige Brustgürtel diente wohl besonders Tauchzwecken in vertikaler Richtung. Am meisten aus allem sonst Bekannten heraus fallen die zu machtvollen Ruderflossen umgewandelten Gliedmaßen. Das Bild S. 40 zeigt so deutlich, wie man es von einer Versteinerung nur verlangen kann, den Bau einer solchen Flosse. Der Leser fasse besonders die vordere ins Auge. Der kurze Knochen, der gleichsam den Stiel der großen Ruderschaufel bildet, ist der Knochen des Oberarms (humerus). Er ist noch relativ deutlich entwickelt. Die beiden Knochen des Unterarms dagegen, die Elle (ulna) und die Speiche (radius), sind bereits ganz in die Schaufel hineinverwachsen: ihnen entsprechen nur mehr die ersten beiden flachen Knochenplatten oben in der Flosse. In den folgenden drei Plattenreihen kann man dann die ebenfalls ganz aufgelösten Knochen der Hand sehen, während der Rest bis zur Spitze die Finger vertritt. Seltsamerweise kommt man bei einer Reihe von Arten beim Auszählen dieser die Finger bildenden Plattenreihen zu der Erkenntnis, daß

hier bis zu neun Finger vorhanden waren, – im starken Gegensatz zu der Fünfzahl bei allen typisch ausgebildeten Füßen der Wirbeltiere jenseits des Fisches. Die Gesamtzahl der Plättchen, die eine solche Vorderflosse zusammensetzen, geht oft bis über die Hundert hinaus. Bei jenen erwähnten Arten, die ganz oder nahezu zahnlos sind (Ophthalmosaurus in England und vor allem Baptanodon von Wyoming in Nord-Amerika) ist die Grundform des Unterarms und der Hand in der Flosse noch mehr aufgelöst, so daß an Stelle von Elle und Speiche jetzt schon drei Platten liegen. Bei allen Ichthyosauriern ist das Becken wie bei den Walfischen fast ganz verkümmert, die hintere Flosse zwar nicht wie beim Wal ganz verloren, aber doch weit kleiner als die vordere.



Ein sogenannter Koprolith (versteinerter Kotballen) der Fisch-Eidechse (Ichthyosaurus) aus dem Jura von Whitby in England ($^1/_2$ der natürl. Größe). Die Querfurchen am verdickten Ende geben Aufschluß über spiralige Umgänge des Darmkanals bei diesen Reptilien, der Inhalt (Bruchstücke von Tintenfischschalen, Fischschuppen, Gräten u. a.) verrät die Nahrung der gefräßigen Räuber.

Über die Art der Hautbedeckung hat man erst in letzter Zeit genügenden Aufschluß erhalten. Von einem Panzer fehlt jede Spur. Ihn ersetzte eine sehr dicke, runzelige Haut, die höchstens etwas schuppig verhornt war. Auf dem Rücken erhob sich, wie der neuerdings von Fraas beschriebene, jetzt im Berliner Museum aufgestellte Ichthyosaurus quadriscissus mit erhaltenem Hautumriß deutlich zeigt, eine große Flosse wie beim Delphin, an die sich nach hinten ein kürzerer welliger Flossenkamm anschloß. Eine gewaltige Schwanzflosse in einer von Fischen wie Walen gleichmäßig abweichenden Art der Anheftung vervollständigte den Ruderapparat. Diese Flosse mit ihrem Gewicht muß schuld sein, daß bei fast allen Skeletten das letzte Viertel des Schwanzes zerbrochen ist (im Spiel der Wogen an der Leiche bewegt, führte sie zum Bruch), ein Umstand, der einen findigen Anatomen wie Owen schon zur hypothetischen Konstruktion einer solchen Flosse geführt hatte, lange ehe der abgebildete schöne Rest sie wirklich zeigte.

Vom Bau der Weichteile ist sonst nur noch über den Darm etwas bekannt, und auch das nur durch einen drolligen Zufall. In den Schichten, die die Ichthyosaurier führen, finden sich nämlich in Masse auch versteinert ihre Kotballen (Koprolithen) vor, etwa 6 cm lange, eigentümlich gewundene Körper, denen die Reste von unverdauten Fischschuppen, Gräten u. s. w. beim Schleifen ein marmoriertes Aussehen verleihen, das ihnen trotz ihrer wenig appetitlichen Herkunft den Ruf geschätzter Schmucksachen eingebracht hat. Aus den Windungen dieser Koprolithen nun schließt man mit Recht, daß der Darm der Fischeidechsen dieselbe Spiralfalte besessen habe, die heute noch die Haifische, Ganoiden und Molchfische auszeichnet.

Obwohl man sich, verführt durch gewisse Übertreibungen in populären Darstellungen, meistens die Größe eines Ichthyosaurus weit über das wahre Maß hinweg ausmalt, kommen immerhin doch Exemplare von 10 m Länge vor, also der halben Größe eines ausgewachsenen Grönlandwals. Die gemeinste schwäbische Art, der Ichthyosaurus acutirostris, mißt in der Regel 2—2½ m. Eine lombardische Trias-Art scheint ein Meter nicht überschritten zu haben.

Die Massenanhäufungen der Skelette an einzelnen Stellen legen nahe, daß die Ichthyosaurier nicht nur an sich sehr häufig waren, sondern daß sie auch gesellig lebten, in Herden wie heute unsere Delphine und Walfische sich beisammenhielten. Ihre Nahrung bestand in Fischen und vor allem Kopffüßern, deren Tintenbeutel bei vielen Skeletten noch jetzt die Stelle zwischen den Rippen schwarz färben, wo der Magen lag. Bis in flache Buchten wie die von Solenhofen haben sie sich wohl gewagt, niemals aber aufs Land, für das ihre Flossen gänzlich unbrauchbar gewesen sein müssen. Und es hing wohl mit diesem ausschließlichen Wasserleben zusammen, wenn sich im Gegensatz zu der Mehrzahl der Fische, Amphibien und Reptilien bei den Fischsauriern das Lebendiggebären anstatt der Ablage von Eiern ausgebildet hatte. Im Leibe mehrerer Exemplare sind deutliche Reste junger, geburtsreifer Tiere, bis zu acht Stück auf einmal, gefunden worden. Man hat zwar behaupten wollen, daß es sich nicht um wirkliche Embryonen handle, sondern um Junge, die das alte Tier aufgefressen, — diese Deutung kann aber als widerlegt gelten, da die kleinen Skelette niemals zerbissen sind und stets an der gleichen charakteristischen Körperstelle in gleicher Orientierung nach hinten liegen. Natürlich wird man bei diesem Lebendiggebären nicht an den verwickelten Vorgang denken dürfen, wie er bei den Säugetieren besteht. Es wird sich wohl nur um einen ähnlichen Sachverhalt gehandelt haben wie heute z. B. bei unserm schwarzen Alpenmolch (Salamandra atra), bei dem die Jungen einfach schon vor der Geburt die Eihülle sprengen, so daß ein scheinbares „Lebendiggebären“ eintritt.

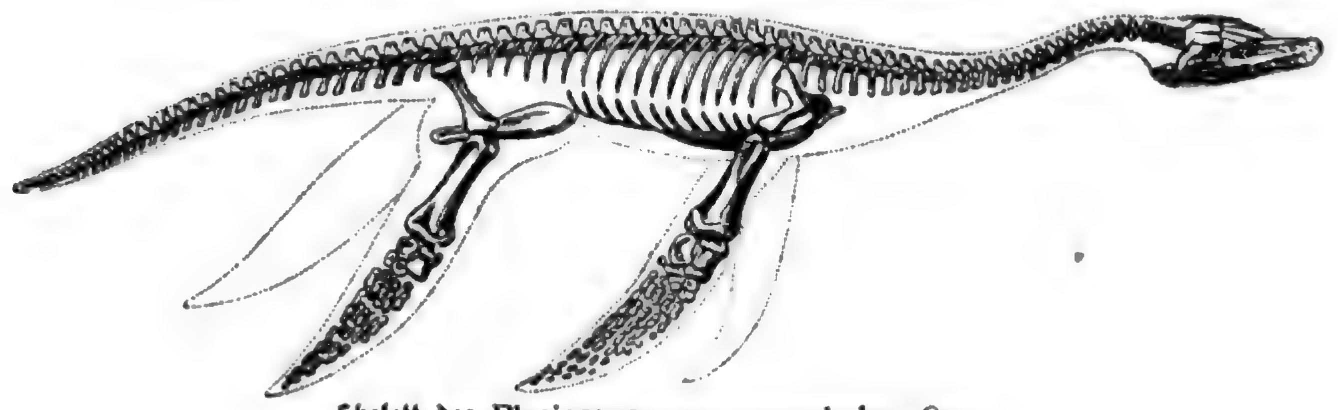
Über die Abstammungsverhältnisse der Ichthyosaurier ist schwer etwas zu sagen. Übergangsformen, wie wir sie für die jedenfalls verwandten Plesiosaurier (die wir gleich näher ansehen werden) früher gefunden, fehlen gänzlich. Auch wenn man jene Hypothese, die eine direkte Anlenkung an die Haifische versucht hat, beiseite wirft, bleibt die Ableitung von landbewohnenden Urreptilen mit fünfzehigen Kriechfüßen verzweifelt schwer. Am meisten Gewicht ist vorläufig wohl auf die unverkennbaren Beziehungen zu den Schnabelköpfen (Hatteria) zu legen, die in Details des Skelettes gegeben sind. Ein so scharfsinniger und kenntnisreicher Paläontologe wie H. G. Seeley hat den phylogenetischen Faden unmittelbar an die Labyrinthodonten anzuspinnen versucht, wobei er allerdings im Sinne älterer Autoren diese wieder von den Amphibien trennt und als eine Urgruppe der Reptilien ansieht.

Sicheres steht eben nirgendwo fest, solange uns nicht ein glücklicher Fund an irgend einem Ort der Erde eines der zweifellos triasischen oder noch vortriasischen Übergangsglieder vom Landtier zum Ichthyosaurus wirklich vor Augen stellt. Und nur so viel ist klar, daß wir uns vor diesem wunderbaren Tiertypus noch auf manche Überraschungen gefaßt machen dürfen.

Mit dem Bilde des Ichthyosaurus aufs engste verknüpft ist das des Plesiosaurus, der langhalsigen Fischeidechse. Nicht leicht wird man ein geologisches Bilderbuch mit einer Jura-Landschaft aufschlagen, ohne diesen zweiten Typus neben dem andern zu finden. Trotzdem besteht zwischen beiden ein sehr weitgehender Unterschied, der mit Recht seinen Ausdruck darin findet, daß für Plesiosaurus und seine Verwandten eine besondere Reptilien-Ordnung angesetzt ist vom Vollwert der Ichthyosaurier: die Ordnung der Sauropterygier. Die eine der beiden Familien, in die sie zerfällt, die Nothosaurier und Lariosaurier, haben wir schon im vorigen Kapitel kennen gelernt. An dem Punkt, wo uns jetzt die ganze Gruppe wieder entgegentritt, im Jura, hat sie hinsichtlich der Anpassung ans Wasserleben entschieden bedeutende Fortschritte gemacht: sie ist beim Typus des eigentlichen Plesiosaurus angelangt und damit bei einer Tierform, die unter die wundervollsten Anpassungseffekte der Natur gerechnet werden muß. Es tritt uns hier eins der Geschöpfe entlegener Zeiten entgegen, von denen man wirklich beklagen möchte, daß sie heute nicht mehr existieren, um uns durch ihren ebenso reizvollen wie lehrreichen Anblick zu ergötzen. Man muß eine Menge heute weit zerstreuter Tiercharaktere zusammennehmen, um etwas von diesem verlorenen Schauspiel zurückzugewinnen: die edle Halsbeugung des schwimmenden Schwans, das unendlich Geschmeidige, Kautschukartige in Gestalt wie Bewegungen der Seelöwen in unseren zoologischen Gärten, den züngelnden, pfeilschnell vorschießenden Kopf der Natter, und zu alledem bei den größten Arten das Kolossale, Meeraufwühlende, wie es die Phantasie des Dichters dem Behemot in der Bibel verliehen zu einer naiven Zeit, die noch keine Ahnung besaß, daß einst wirklich Seeungetüme existiert hatten, auf die das Wort paßt: „Es macht die Tiefe sieden wie einen Topf, es macht das Wasser einem Salbenkessel gleich, hinter ihm leuchtet ein Pfad auf, man hält die Flut für Silberhaar“ (Hiob 41, v. 23 und 24, Kautzsch'sche Übersetzung). Im Museum zu Philadelphia steht das Skelett eines Plesiosauriden (Cimoliasaurus), das bei einer Totallänge von etwa 45 Fuß einen 22 Fuß langen Hals aus 72 Wirbeln zeigt. Dieser Koloß konnte wohl schon, wenn er plötzlich, um nach einer Beute zu haschen, seinen Kopf in die Tiefe stieß, die Gewässer sieden machen wie einen Topf.

Das erste vollständige Plesiosaurus-Gerippe entdeckte im Jahre 1824 eine unermüdliche Sammlerin fossiler Knochen, Miß Mary Anning im englischen Lias bei Lyme Regis. Conybeare und de la Beche erfanden den Namen Plesiosaurus (plesios = nahestehend, sauros = Eidechse), — wohl

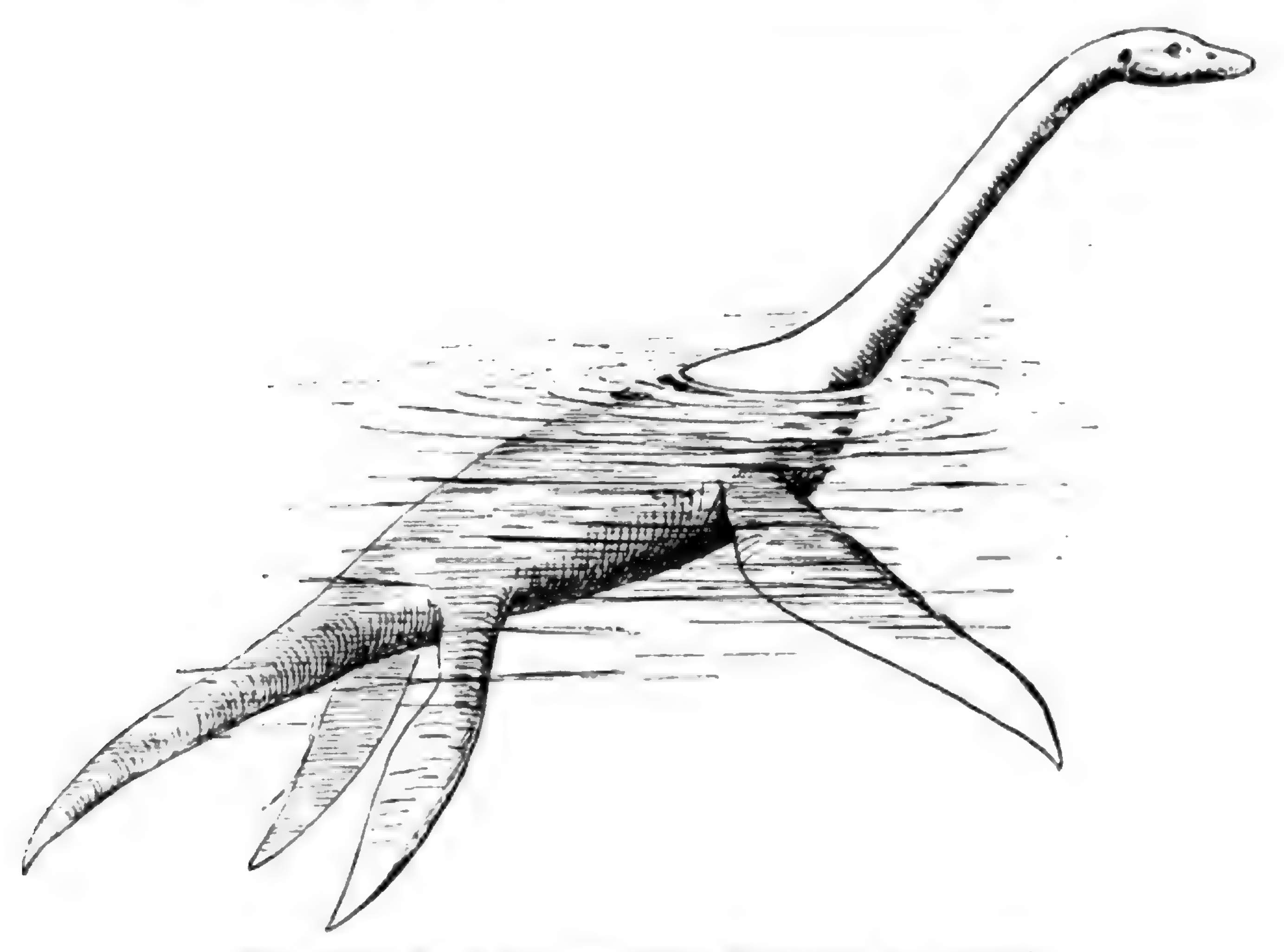
einen der nichtssagendsten und schlechtesten unter allen in der Paläontologie gebräuchlichen. Nach und nach sind dann im englischen Lias im ganzen 26 Arten solcher Plesiosaurier zu Tage gekommen, zum Teil in vorzüglicher Erhaltung. Gegen diese Fundstätte gelten die paar Reste aus Schwaben, Franken, Luxemburg und andern Orten des Kontinents diesmal wenig. Erst in der Kreide Nord-Amerikas (New-Yersey, Kansas, Montana) zeigte sich wieder ein reicher Boden, und von dort stammt auch jene riesige Gattung Cimoliasaurus (Cope's Elasmosaurus). Merkwürdigerweise haben auch hier wie bei Ichthyosaurus die entferntesten Gegenden wenigstens einzelne Knochen geliefert: Neu-Seeland, Australien, Ost-Indien, Chile, — auch die Plesiosauriden waren Kosmopoliten im ganzen Bereich der Jura- und Kreidemeere. Über die Kreide hinaus sind keinerlei Reste mehr bekannt: Walfisch und Plesiosaurus sind sich anscheinend nicht mehr begegnet.



Skelett des Plesiosaurus macrocephalus *Owen*,
rekonstruiert von Richard Owen.

Wenn der Leser sich jetzt das oben gebotene Skelett des Plesiosaurus macrocephalus genauer ansehen will, so wird er im ganzen die schärfsten Gegensätze zu Ichthyosaurus gewahren. Der kleine Eidechsenkopf entbehrt gänzlich der schnabelartigen Zuspitzung. Die mäßig großen Augen haben keinen Knochenring zur Regulierung der Pupille. Die Zähne sitzen in regelrechten Zahnhöhlen. Der riesige Hals ermöglicht diesem Kopf eine Beweglichkeit, die einzigartig ist; der Schwan hat bis 24 Halswirbel, — hier kommen bei dem Plesiosauriden Cimoliasaurus wie gesagt 72 vor, der echte Plesiosaurus besitzt bis über 40. Die Wirbel sind wenig oder gar nicht doppeltgehöhlt, — alles ganz anders als beim Ichthyosaurus! Eine Reihe anderer Eigenschaften nähert sich dann allerdings diesem wieder, es sind aber grade die, von denen sogleich deutlich wird, daß sie auf Anpassung an das gleiche Milieu (gleiche Wirkungen aus gleichen Ursachen!) zurückzuführen sind. So ist auch hier, und zwar in noch weit verstärktem Maße der Rumpf gleichsam durch ein knöchernes Korsett innerlich verpanzert, das in Gestalt von queren Bauchwandverknöcherungen (Bauchrippen) auch die Unterseite umgiebt. Und ebenso sind die Gliedmaßen in lange Schwimm-

schaufeln verwandelt, wobei die Auflösung des gewöhnlichen Extremitäten-gerüstes zwar noch nicht zu solchem Übermaß gekommen ist wie bei Ichthyosaurus und Baptanodon, aber immerhin gleichsam der Weg dazu bereits klar vor Augen steht. Noch kann man bei den Flossen des abgebildeten Plesiosaurus macrocephalus Elle und Speiche am Vorderbein, Schienbein und Wadenbein am Hinterbein deutlich als eigentliche Beinknochen erkennen.



Mutmaßlicher Umriß einer langhalsigen Meereidechse der Jura-Zeit.
Die dargestellte Art ist der Plesiosaurus dolichodeirus.

Bei dem engverwandten Cimoliasaurus ist aber auch hier schon wie bei Baptanodon das normale Knochenpaar jederseits in drei beinah viereckige Platten aufgelöst. Dagegen wahrt die Fingerzahl hier überall konstant die Fünf. Der Schwanz mit seinen kurzen Rippen mag beim Schwimmen das Steuer abgegeben haben, von einer eigenen Flosse ist nie eine Spur entdeckt worden. Im übrigen wird man sich eine ähnliche Hautbedeckung wie bei Ichthyosaurus vorstellen dürfen, von irgend welchem Panzer ist an den oft so vortrefflich überlieferten Skeletten keine leiseste Andeutung zu sehen.

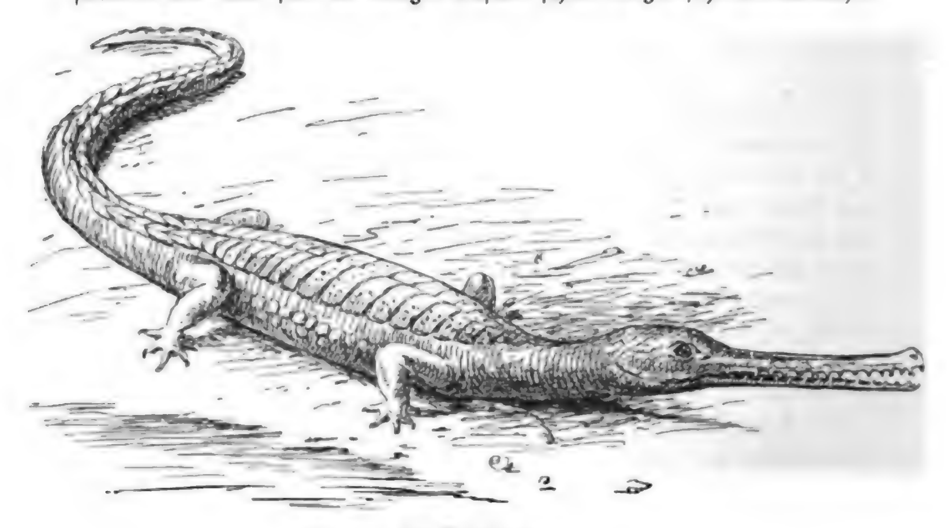
In der Größe schwanken die echten Plesiosauren von 2 bis zu 5 m. Die erwähnte Gattung Cimoliasaurus ist weit größer. Ebenso muß

Pliosaurus, der den relativ kürzesten Hals hatte, doch in allen andern Dimensionen ein Koloß gewesen sein: das Britische Museum besitzt einen Schädel von 4 Fuß 9 Zoll Länge und einer hinteren Breite von über 2 Fuß; einzelne Zähne daran sind bis 1 Fuß lang. Auch in Bayern ist ein solcher Pliosaurus-Zahn von 23 cm gefunden worden.

Für die Plesiosauriden ist die Rückführung auf landbewohnende Reptile durch die Trias-Funde sehr leicht gemacht. Ein engerer stammesgeschichtlicher Zusammenhang mit Ichthyosaurus ist dagegen in keinem Punkte gegeben. Nur das führt die beiden Geschlechter der großen Fischsaurier, die Langhälse und die Kurzhälse schließlich doch wieder zusammen: wie sie untergingen. Beide erlöschen anscheinend gleichzeitig um die Wende zur Tertiärzeit. Das Warum ist nur Vermutungen zugänglich. Koken hat in neuerer Zeit nachgewiesen, wie in der Kreide-Zeit mehrere Plesiosaurus-Arten offenbar sich in die Flußmündungen einzuleben begannen. Bedeutete das schon eine Flucht vor irgend welchen andrängenden mächtigen Gegnern in der offenen See? Um dieselbe Zeit retteten sich auch die Krokodile aus dem Ocean ins Süßwasser, wo sie sich bis heute erhalten haben. Man läßt unwillkürlich den Blick schweifen, was für neue Herren damals die Meere unsicher machten, um so glänzende Anpassungen des Reptilreichs zu verdrängen? Nur ein einziger Anhaltspunkt ist gegeben. Zu Ende der Kreide-Zeit nehmen die Haifische, uralt wie sie sind, ihren, man möchte sagen, jugendlichsten Aufschwung. Damals traten die größten Vertreter der Carcharodonten auf, von denen der Riesenhai Carcharodon Rondeletii heute noch in allen Meeren jagt und 13 m lang wird. Die Zähne des lebenden Hais sind 60 mm hoch; aus jenen Tagen sind uns solche von Carcharodon-Arten überliefert von 150 mm Höhe! Das giebt Tiere von 70 und mehr Fuß Länge. Es ist denkbar, daß die Fischsaurier — durch ihre Reptilnatur im Zwange der Lungenatmung — im offenen Meer trotz aller herrlichen Schwimmanpassung echten Fischen, die sie in der Größe weit übertrafen, nicht an Schnelligkeit des Angriffs gewachsen waren. Einmal im Kampfe mit solchem walfischgroßen Hai aber kam ihre direkte Wehr sicherlich nicht gegen das raffinierte Mordwerkzeug des Fischkolosses auf — man denke sich den schwachen, unverpanzerten Hals des Plesiosaurus in einem Haifischrachen! So wird die Flucht gegen das Seichtwasser, die Flußmündungen, die Binnenbecken erklärlich. Aber grade in diesen war wieder die schöne Meerausrüstung Ballast, die riesigen Flossen nützten nichts mehr, und eine Parallellinie vom Reptilstamm wie die Krokodile, die sich ihre auch zum Kriechen noch brauchbaren Beine bewahrt, war auf diesem Terrain dem stärksten Ichthyosaurus über. So blieb nach langer ruhmreicher Herrschaft und nach einem Eroberungszug ohnegleichen ins freie Weltmeer hinaus den beiden Geschlechtern der Fischsaurier schießlich nichts übrig als vollkommener Niedergang. Wieder einmal war bewiesen, daß oft das ältere Geschlecht,

jäh sich in irgend einem Zwange vervollkommnend, das spätere, scheinbar so viel höhere vernichtet zu einer Zeit noch, wo niemand mehr an die Möglichkeit denkt. Dem Sieger im Felde, dem Hai, scheint allerdings heute seine Existenz gekündigt durch einen wirklichen Spätling der Erde, — den Menschen, der, wenn der Stammbaum von uns heute schon richtig gedeutet ist, gradezu erst unter die Abkömmlinge der Urhaie zählt.

Die Krokodile sind eben zufällig erwähnt worden. In der Jura-Zeit, von der wir reden, lag auch ihre Hochentfaltung im Meer, und mit Recht schließt die Betrachtung sie gleichsam als dritten Typus den Meersauriern an. Wir sind im vorigen Kapitel schon einigen sehr altertümlichen



Der Teleosaurus.
(Unter Benutzung einer Rekonstruktion von Hutchinson und Smit.)

Reptilien begegnet (Belodon, Aetosaurus), die entschieden Krokodiltypus zeigten, im Detail aber doch noch sehr stark von allen heute lebenden Formen abwichen. Als Ur-Krokodile mögen sie den Anfängen der Ordnung, denen unsere heutigen Familien schließlich entsprossen sind, sehr nahe gestanden haben, — unmöglich aber ist es zur Zeit, sich die ganze Linie etwa vom Belodon zum heutigen Alligator oder Gavial klar zu rekonstruieren. In der Jura-Zeit ist das anders. Hier sehen wir zahlreiche Krokodilformen auftauchen, die — bei mancherlei primitiven Eigenschaften — doch schon unverkennbar zu heute noch bestehenden Gruppen hinleiten. Bezeichnet man, wie es neuere Specialforscher auf diesem schwierigen Gebiet (Koken, Lydekker, Zittel) thun, die Belodon-Verwandten als die Unterordnung der Parasuchia (suchos ist nach Herodot ein altägyptisches Wort für Krokodil), den Aetosaurus als Vertreter der Pseudosuchia, so bleibt für den ganzen

Rest von den Juraformen bis zu allen heutigen nur eine einzige dritte Unterordnung übrig, die **Eusuchia** oder **Crocodila vera** (echte Krokodile).

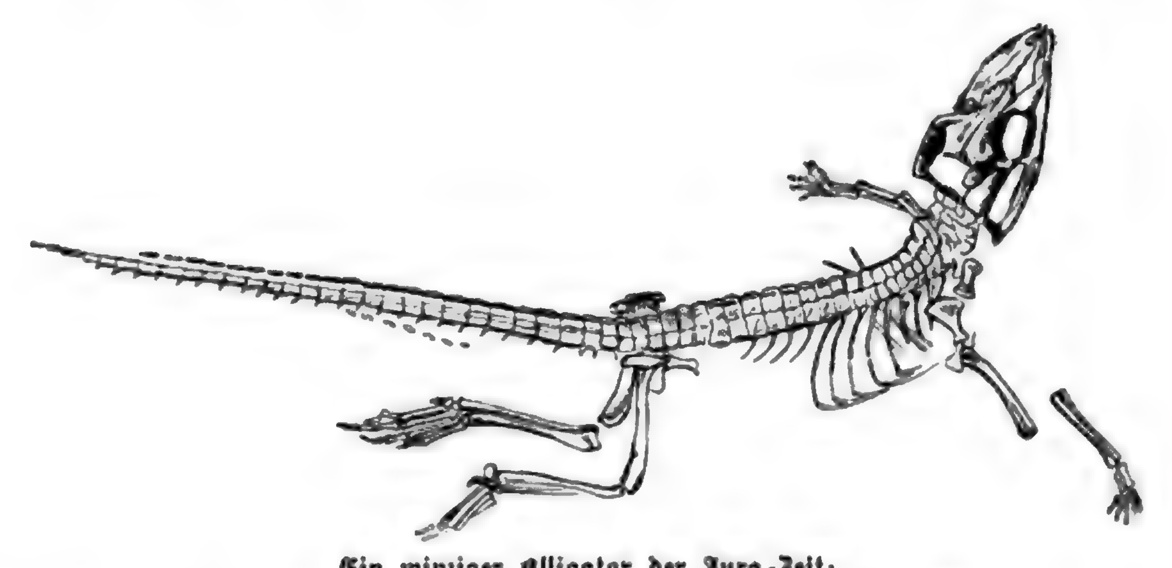
Unter den heute lebenden Krokodilen unterscheidet man im allgemeinen drei Familien: die **Gaviale** in Indien und auf Borneo; die **Alligatoren** in Süd- und Nord-Amerika, sowie (merkwürdigerweise) in China; und die **Krokodile** im engsten Sinn, die über ganz Afrika, über Madagaskar, Palästina, Indien, Süd-China, die Molukken, Neu-Guinea, die Fidschi-Inseln, Nord-Australien, Mittel- und Süd-Amerika verbreitet sind. Von diesem Trio sind zwei Gruppen bereits im Jura unverkennbar angelegt: die Gaviale und die Alligatoren.

Das Gangeskrokodil, das von den Indern „**Gavial**" genannt wird und dem Wischnu heilig ist, zeichnet sich äußerlich durch die eigentümlich langgestreckte, an der Spitze knopfartig angeschwollene Schnauze aus. Es erreicht die stattliche Länge von 6,5 m und ist ein gefährlicher Räuber, der trotz seiner vom Menschen ihm zuerkannten Heiligkeit vor nichts zurückschreckt. Kein anderes Krokodil von heute ist ein so ausgesprochenes Wassertier wie der Gavial, und es nimmt wenig wunder, wenn wir bei den auffälligsten marinen Krokodilen des Jura unverkennbar auf gavialähnliche Typen geführt werden. Es sind das die **Teleosaurier** (Teleosauridae, der Name ist wieder ziemlich sinnlos aus teleos = vollendet, sauros = Eidechse gebildet), fossile **Meerkrokodile**, die von den ersten Beobachtern gradezu als Gavialarten beschrieben wurden. Ziemlich sicher wohl die jurasischen Ahnen der heutigen Gaviale, unterschieden sie sich doch von diesen durch eine Reihe anatomischer Momente, vor allem die noch mehr fischähnlichen, doppelt gehöhlten Wirbel. Auch die Verpanzerung war eine viel solidere, zumal am Bauche. Der Kopf war kleiner, die Vorderfüße so winzig, daß sie auf dem Lande wohl überhaupt nicht mehr im stande waren, den schweren Körper eigentlich zu tragen. Ohne besonderen Zufall werden diese perfekten Schwimmer aber auch das Wasser kaum je verlassen haben.

Schädel eines Krokodils der Jura-Zeit: des **Mystriosaurus Bollensis** von **Boll** in Württemberg. (1/4 natürl. Größe.) *N* ist das Nasenloch, *A* die Augenhöhlen. In Württemberg finden sich die Skelette dieses Reptils (bis zu 5 m lang) in Menge und in allen Altersstufen.

Die bekanntesten Gattungen sind der **Mystriosaurus** und der **Teleosaurus**. Der Mystriosaurus wurde bis 5 m lang, wobei ein Fünftel auf

den Schädel, die Hälfte auf den Schwanz kam. Die Schnauzenspitze war löffelartig erweitert. Die übrigen Details des wunderlichen, mit abwechselnd großen und kleinen Zähnen bewehrten Schädels zeigt das Bild. In denselben Liasschichten Württembergs, die das Gros der Ichthyosaurier liefern, liegen auch diese Urgaviale in allen Altersstufen. Der Teleosaurus, der zu unserer Rekonstruktion den Stoff geliefert hat, gehört mehr dem mittleren und oberen Jura an, prachtvolle Reste sind besonders aus der Normandie überliefert. Seit der Zeit dieser großen Meerkrokodile des Jura läßt sich das Geschlecht der Gaviale dann in mancherlei Formen weiter verfolgen. In der oberen Kreide tritt bereits die Familie der Rhynchosuchidae auf,



Ein winziger Alligator der Jura-Zeit:
der Alligatorellus Beaumonti von Lyon. (1/2 natürl. Größe.)
Das ganze Tier mißt bloß 22 cm. Das einzige bekannte Skelett ist im Museum von Lyon.
Dem Fundorte nach war der Alligatorellus ein Meerbewohner

die heute der Gavial von Borneo vertritt. Im Pliocän (Tertiär) Ost-Indiens, also der heutigen Hauptheimat der Gaviale, endlich liegen die Reste des Kolosses der ganzen Gruppe, des Rhamphosuchus crassidens, der schon ein echter Gangesgavial war, dabei aber 18 m lang wurde.

Die ältesten Krokodilformen, die sich unserm heutigen Alligator nähern, schwammen ebenfalls noch im Meer. Es wären merkwürdigerweise ganz kleine, eidechsenartige Tierchen, noch kleiner als der triasische Aetosaurus. Unser Bild zeigt den prächtig erhaltenen Alligatorellus Beaumonti, der nur 22 cm mißt. Er ist bisher nur einmal gefunden worden, und zwar im oberen Jura von Lyon. Ein Bauchpanzer fehlte ihm, ja im lithographischen Stein (oberer Jura) sind zwei kleine Skelette einer sehr engverwandten Gattung (Atoposaurus) ans Licht gekommen, bei denen selbst vom Rückenpanzer keine Spur vorhanden ist. Vielleicht deuten diese zierlichen, schwach oder gar nicht bepanzerten Ur-Alligatoren direkter auf die Stammgruppe der Schnabelköpfe zurück als Belodon und Aetosaurus. Alle Vermutungen

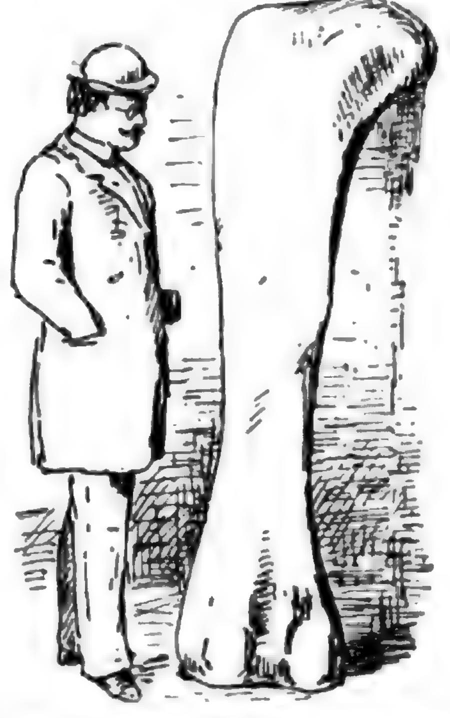
bleiben indessen bei der Spärlichkeit des Materials unsicher. Die echte Familie der Alligatoridae, der unsere lebenden Kaimans in Amerika und die neuerdings entdeckten interessanten chinesischen Krokodile angehören, erscheint erst in der Kreide und dort bereits in Süßwasserbildungen, so daß die erwähnte Flucht vor dem Meer und seinen Riesenhaien hier offenbar bereits ihren Anfang genommen hatte. In denselben Kreideschichten setzen dann auch die ersten echten Krokodile ein.

Mit gutem Recht wird die Jura-Periode das Zeitalter der Reptilien genannt, wenn man auf diese üppige Entfaltung großer und kleiner Meersaurier sieht. Und doch ist in Wahrheit damit nur ein relativ kleiner Ausschnitt aus der enormen Masse damaliger Reptilformen gegeben. Es waren nur ein paar Äste des großen Grundstammes (allerdings grade höchst leistungsfähige), die den Weg ins Wasser zurückgefunden hatten, — der breite Rest blieb nach wie vor auf dem Lande und versuchte sich hier in allen nur denkbaren Anpassungen. Wir haben eine solche Gesellschaft landbewohnender Reptilien von bizarrster Gestalt bereits in den Theromorphen der Karroo-Formation für die Trias kennen gelernt. In ihrer Zeit aber, als alle diese wunderlichen Gesellen wie Dicynodon, Pareiosaurus, Lycosaurus u. s. w. in der Karroo am Kap hausten, sind sie dort bereits Vertretern einer anderen, weit umfangreicheren und auffälligeren Ordnung von Landreptilien begegnet, dem Geschlecht der sogenannten Dinosaurier. Unsere Beschreibung konnte damals die spärlichen Anfänge noch beiseite lassen, — jetzt, im Jura, tritt diese Tiergruppe von allen der festen Erde am machtvollsten in den Vordergrund, und so ist Gelegenheit geboten, alle überlieferten Züge nunmehr in ein Bild zusammenzufassen. Ich schicke dabei voraus, daß ich auch eine Anzahl charakteristischer Formen gleich mit in den Rahmen aufnehmen werde, die streng genommen erst ins nächste Kapitel, das von der Kreide-Formation handelt, gehören. Einmal geschieht das der Abrundung des Gesamtbildes wegen, — dann aber findet es wenigstens für gewisse Typen aus den allerunterstеn Kreide-Schichten (Schichten, die von einzelnen Forschern direkt noch dem Jura beigezählt werden) seinen guten Grund darin, daß sich wahrscheinlich nur durch Ungunst der Örtlichkeiten Reste aus dem Jura hier nicht erhalten haben, obwohl die Existenz der Formen bereits für diesen selbst so gut wie außer Frage ist.

Werfen wir, ehe wir die Bewohner mustern, einen raschen Blick auf das Land, wie es zur Jura-Zeit aussah. Oben auf der Karte sind die Erdteile und Inseln gezeichnet, soweit sie sich heute noch feststellen lassen. Dabei lehrt die Verteilung selbst, wie weite Gebiete des damaligen Landes grade uns heute unzugänglich sein müssen. Die günstigste Chance bietet noch Nord-Amerika und nächst ihm der europäische Inselkranz. Auch von diesen Gegenden aber haben wir durchweg nur eine deutliche Anschauung

da, wo ansehnliche Binnenseen, die Mündungen breiter Flüsse oder flöz-bildende Moore ihre Spuren verewigt und Fossilreste konserviert haben. Aus dem obersten Jura bietet solches Terrain besonders Nord-Amerika. Hunderte von Meilen zieht sich dort zum Ostrande des Felsengebirges parallel eine Linie von Süßwasserablagerungen hin, die auf eine Kette weiter Binnenseen schließen läßt und zumal an der klassischen Stelle von Wyoming ganze Knochenlager der wertvollsten Art in sich birgt. Auch in Europa trat solche umfangreiche Seebildung um die Wende zur Kreide-Zeit in ausgedehntem Maße auf, als das Jurameer sich mehr und mehr zurückzuziehen begann. Sie verewigte sich in den sogenannten Wealden-schichten. Der Name stammt aus England (nach der Gegend in Kent, Surrey, Sussex, die den alten Namen the Weald führt, — also so viel wie Wälderschichten, Wälderthon), und in England ist in der That diese Art von Sedimenten glänzend entfaltet. Nicht minder wichtige Gebiete liegen aber bei Bückeburg, in Frankreich und vor allem in Belgien. Der Name Wälderthon bekommt auch geologisch einen Sinn. Denn in den Resten, die in den Sedimenten dieser Binnenseen erhalten sind, liegt heute noch ein Abbild der Waldufer, die damals in ihrem Krystall sich gespiegelt. Stellenweise hat der Torfboden dieses Waldes es sogar zu ordentlichen Kohlenflözen gebracht. Wir sehen den Wald, wie ihn die Trias-Zeit überliefert und der Fortgang während des Jura immer schärfer individualisiert hatte. Die Farne treten jetzt endgiltig zurück vor den Palmfarnen und den Nadelhölzern, — der entscheidende Sieg der Phanerogamen, zunächst als Gymnospermen, ist da. Den Stamm des Urwaldes bildeten wohl überall die Nadelhölzer. Spuren gewaltiger Waldungen der Art mit mächtig großen Stämmen lassen sich besonders im südlichen England und an der gegenüberliegenden französischen Küste verfolgen. Mehr am Waldrand und auf den Lichtungen standen dann die viel kleineren Cykadeen (Palmfarne). In den englischen Schichten liegen ihre kurzen, tonnenartig dicken verkieselten Stämme so auffällig neben den bis 20 Fuß langen Säulen der Nadelhölzer, daß die Steinbrecher sie für Nester halten, die einst mit den großen Bäumen herabgestürzt seien. Unter den Koniferen selbst überwogen noch immer Formen, die an die Araukarien, Cypressen und Ginkgobäume von heute erinnerten. Ob schon Monokotyledonen, z. B. bambusartige Gras- und Rohrpflanzen, vereinzelt dazwischen auftauchten, ist für den eigentlichen Jura ungelöste Streitfrage. Im feuchten Waldgrund müssen dagegen damals wie heute schon Pilze gestanden haben, wie die Existenz grade solcher Mücken und Käfer beweist, die heute ausschließlich an Pilzen leben. Das ist der Hintergrund, vor dem sich das Schauspiel vollzieht, das uns jetzt fesseln soll: das erste Auftauchen, das Glück und das Ende des unzweifelhaft kolossalsten Geschlechtes aller landbewohnenden Tiere, die je auf Erden gesehen worden sind.

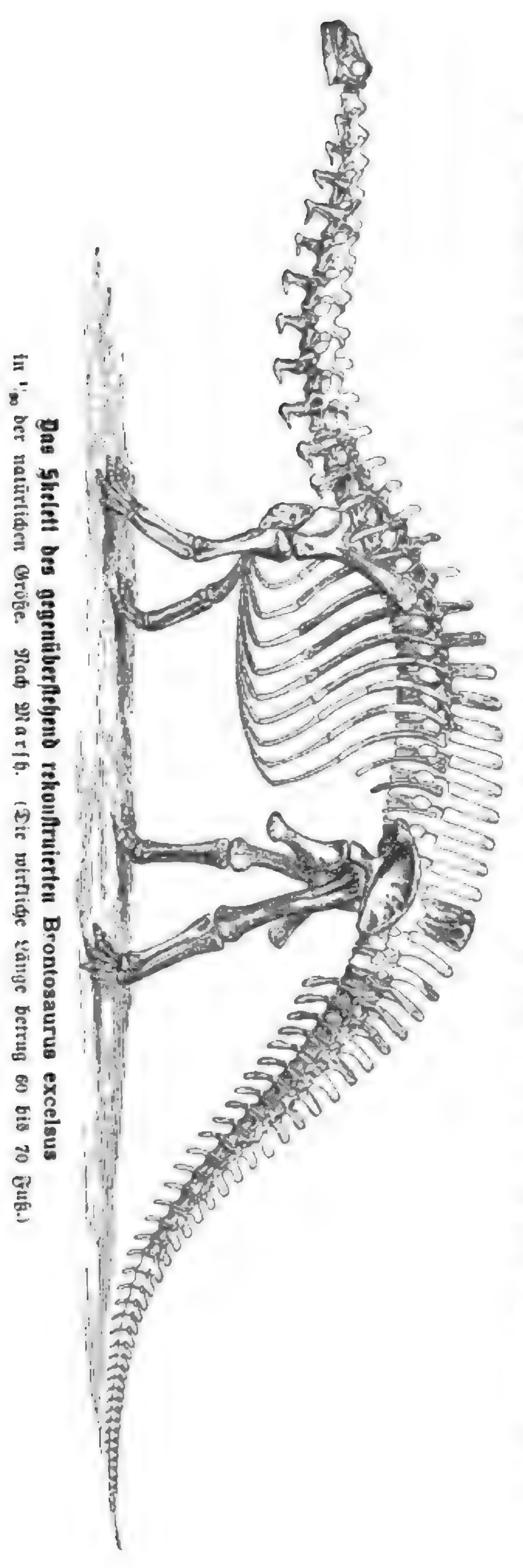
Das Wort Dinosaurier (1841 von Owen in Vorschlag gebracht) ist aus den griechischen Worten deinos = schrecklich und sauros = Eidechse gebildet. Schreckenssaurier kommt also etwa bei der Übersetzung heraus. Das alte gute Wort Lindwürmer, das ungefähr wenigstens ein riesengroßes, höchst bedrohlich ausschauendes Landtier vom Reptilientypus andeuten will, ist auch mit gutem Recht als Verdeutschung gebraucht worden: — bloß daß die Phantasie der braven Märchenerzähler, die ihre Lindwürmer, Drachen und Tatzelwürmer ausmalten, nie so kühn gewesen ist, solche Kolosse von der Größe wandelnder Häuser zu erfinden, wie sie aus Jura und Kreide thatsächlich vorliegen und in Professor Marsh' Museum zu New Haven in Nord-Amerika, sowie in der Sammlung zu Brüssel heute jedem ungläubigen Thomas zur Fingerprobe bereitstehen.



Der Oberschenkel des kolossalsten bekannten Reptils:
des Atlantosaurus immanis aus der Jura-Zeit.
Dieser Schenkel mißt allein 2 m in der Länge (bei 0,63 m Dicke am Oberende). Das zugehörige Tier schätzt Marsh auf 115 Fuß Länge. In der Gestalt scheint es dem S. 456 abgebildeten Brontosaurus geglichen zu haben. Der Schenkel stammt aus dem oberen Jura von Wyoming in Nord-Amerika. Bei einer verwandten Art (Apatosaurus) mißt ein einziger Halswirbel 1,07 m in der Breite.

So gut wie (ausnahmsweise!) diesmal mit dem Wort, steht es nun nicht mit der systematischen Berechtigung der sogenannten Dinosaurier-Ordnung. Nach langem Zwist hat man sich zwar geeinigt, in diesem Zeichen eine große Menge unter sich höchst widerspruchsvoller Landreptilien aus dem Mittelalter der Erdgeschichte zusammenzufassen, es ist aber keineswegs ausgeschlossen, daß nicht in der Folge diese ganze Ecke des Systems noch einmal starke Verschiebungen erfährt, wobei sich aus der einen Ordnung recht wohl mehrere auslösen könnten.

Benutzen wir einstweilen den Begriff, wie er provisorisch jetzt in der Fachwissenschaft eingebürgert ist, so muß eine schwerwiegende Thatsache gleich voraufgestellt werden. Es giebt heute keinen einzigen Dinosaurier mehr auf der Erde, und ebensowenig giebt es irgend ein Reptil, das man als spätes Umwandlungsprodukt irgend eines Dinosauriers mit Grund ansprechen könnte. So müssen wir denn wie bei Ichthyosaurus und Plesiosaurus mit einer Welt rechnen, die einzig und allein in Knochenresten aus sehr alter Zeit uns vorliegt. Desto mehr natürlich thut Vorsicht not in allen Rekonstruktionsversuchen, — desto größer aber sind selbstverständlich die Überraschungen da, wo die erhaltenen Reste die Rekonstruktion noch annähernd ermöglichen.

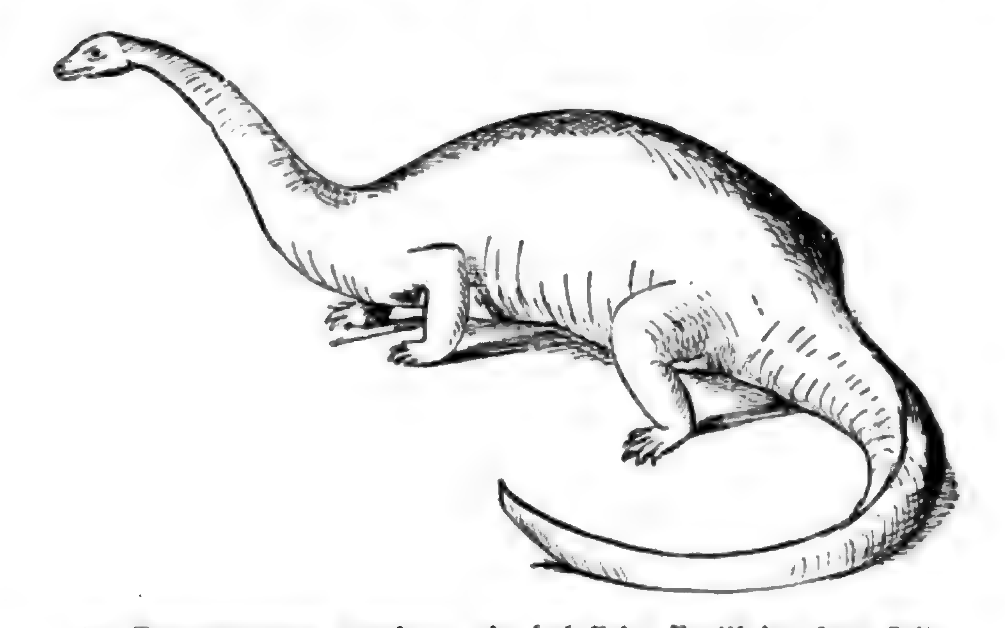


Das Skelett des gegenüberstehend rekonstruierten Brontosaurus excelsus in 1/80 der natürlichen Größe. Nach Marsh. (Die wirkliche Länge betrug 60 bis 70 Fuß.)

Alle irgendwie bessere Kenntnis von den Dinosauriern ist noch relativ sehr jung. Die frühesten Reste sind zwar beinah jetzt hundert Jahre alt, und schon Cuvier beschäftigte sich damit. Man wurde aufmerksam, daß es im Jura und in der unteren Kreide gewaltige Landreptile gegeben habe, die an Masse unsern größten Elefanten nahe kamen, mit denen man sie denn auch verglich. Anfang der sechziger Jahre kam dann durch einen glücklichen deutschen Fund die Erkenntnis, daß neben diesen Riesen ganz kleine Formen existiert hätten, die sich nach Art der Springmäuse und Känguruhs auf ihren enorm verlängerten Hinterbeinen bewegten. Aber noch immer blieb die weitere Einsicht aus. Naive Rekonstruktionen, die nach Owens Angaben auch für diese Gruppe urweltlicher Monstra im Sydenhamer Park aufgestellt wurden, sind heute so total widerlegt, daß man sie nicht mehr mitteilen kann. Ende der siebziger Jahre erst kam Leben in die Sache. Gleichzeitig begannen die Paläontologen Marsh und Cope die herrlichen Fundstätten in Nord-Amerika auszubeuten, und kamen in Belgien prachtvoll erhaltene Skelette zu Tage, die bewiesen, daß auch einige der bis dahin bekannten kolossalsten Formen der Dinosaurier aufrecht

auf den Hinterbeinen getrabt seien. Seitdem wächst das Material fast von Tag zu Tag ins Unabsehbare, und lange noch nicht ist alles bereits Gefundene klar verarbeitet.

Ohne uns bei dem noch schwebenden Streit über die Geschlossenheit der Ordnung in vage Allgemeindefinitionen einzulassen, wollen wir unsere Betrachtung gleich an ein erstes sichtbares Objekt anknüpfen. Der Leser betrachte das Bild S. 455, das einen ungeheueren Schenkelknochen darstellt. Es ist ein Oberschenkel des Atlantosaurus immanis von Wyoming in Nord-Amerika. Eine Seite später steht das vollständige Skelett des eng



Der Brontosaurus excelsus, ein kolossales Reptil der Jura-Zeit.
Das Tier hatte eine Länge von 60—70 Fuß. Der Kopf fällt durch seine Kleinheit auf und enthält ein über alle Begriffe winziges Gehirn. Die Knochen der Wirbelsäule waren zum Teil hohl, wie bei den Vögeln, und machten dadurch das Gewicht der zu schleppenden Körperlast etwas geringer. Vollständige Skelette kennt man aus Nord-Amerika.
(Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit.)

verwandten Brontosaurus excelsus, das ungefähr wenigstens den Umriß des Gesamtieres zeigt, wie es auch zu dem kolossalen Schenkel gehört hat. Die Zeichnung oben vervollständigt das dann noch durch eine Rekonstruktion, die im wesentlichen jedenfalls als gelungen gelten darf.

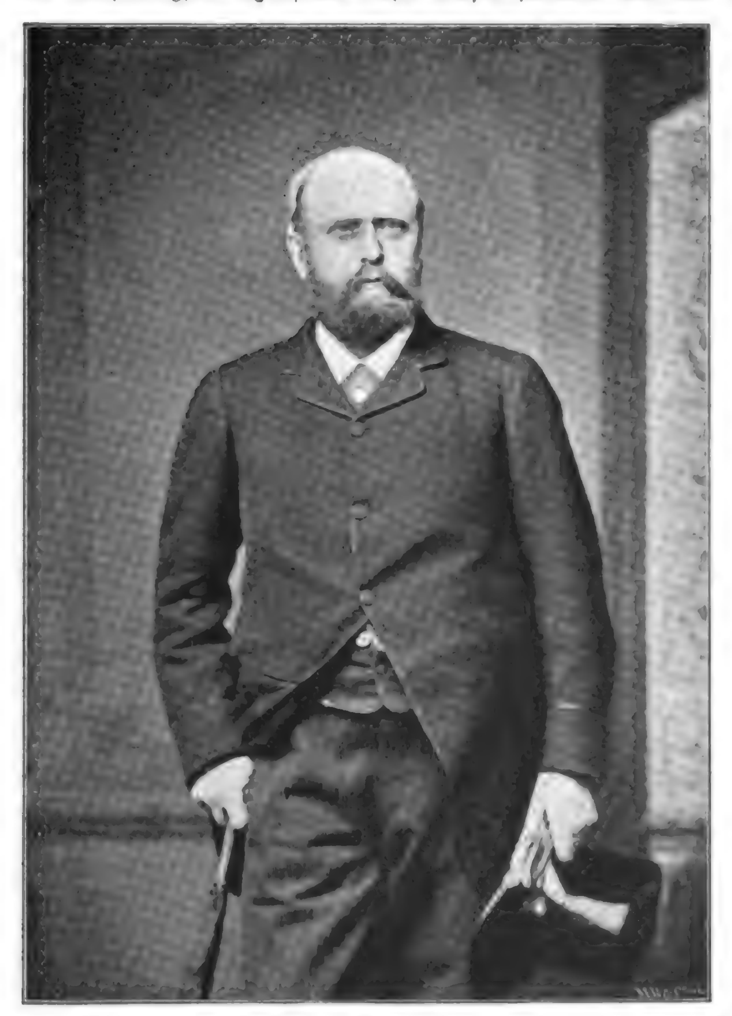
Der Typus vom Dinosaurierstamm, wie er hier gegeben ist, vertritt die Marsh'sche Unterordnung der Sauropoda oder Eidechsenfüßler. Jene schon erwähnte Eigenart gewisser Dinosaurier, auf den verlängerten Hinterbeinen sich hüpfend nach Art der Känguruhs zu bewegen, ist hier noch nicht entwickelt. Der ungeheure Körper ruhte auf vier nur wenig in der Länge differierenden Beinen, die mit der ganzen Sohle auftraten. Die Zehenspitzen trugen kleine, hufartige Scheiden. Die spatelförmigen oder cylindrischen, in Höhlen sitzenden Zähne weisen auf Pflanzennahrung. Eine solche mochte ja immerhin nicht allzuviel Verstand erfordern. Aber

schier unglaublich ist trotzdem, was uns der Schädel des am besten bekannten Brontosaurus excelsus über diesen Punkt offenbart. Der ganze Schädel ist an sich schon so winzig, daß für das Gehirn nur der minimalste Raum bleiben kann, und in der That lehren die Gipsausgüsse der Hirnhöhle, die Marsh genommen hat, daß der Brontosaurus das (im Verhältnis zu seiner Körpermasse) kleinste Gehirn unter allen landbewohnenden Wirbeltieren besessen habe. Dabei hatte dieses winzige Gehirn (Vogelhirn oder Spatzenhirn, wie man wohl im Scherz bei thörichten Menschen sagt, wäre hier eine außerordentliche Schmeichelei!) einen Körper zu regieren, dessen Gewicht Marsh auf 20 Tonnen (20000 kg) schätzt. Er würde sogar noch viel schwerer gewesen sein, wenn nicht die Wirbel unabhängig vom Rückenmarkskanal noch besondere, leere oder höchstens mit Knorpel gefüllte Hohlräume enthalten hätten, die das Gewicht verminderten. Wie ein Blick auf das Bild lehrt, sind schon die Halswirbel zum Teil größer als der Schädel, und in der Beckengegend ist der Rückenmarkskanal der Wirbel derartig breit, daß er nur auf ein Mark angelegt sein kann, das seine größte Verdickung keineswegs im Gehirn, sondern in der hinteren Körperhälfte besitzt. Um das Dreifache übertrifft dort die Markanschwellung das Hirn. Es wird wohl keinem Zweifel unterliegen, daß diese abnorme Markentfaltung ihren besonderen Zweck in der Regulierung dieser ungeheuren, nach hinten zu immer massiver aufgetürmten Körpermasse hatte. Bei andern Dinosauriern, bei denen das Mißverhältnis von Vorder- und Hinterbeinen größer und die Massen-Konzentrierung nach hinten zu also noch entschiedener war (z. B. bei dem unten noch zu besprechenden Stegosaurus), muß das Rückenmark in der Beckengegend mindestens zehnmal das Gehirn an Dicke überragt haben. Jedenfalls, wie man sie nun deuten mag, kehren solche Verhältnisse im Wirbeltierreich nie wieder, und hier wie in den meisten hinkt der Vergleich mit den Elefanten unter den Säugern sehr stark.

Man ist, abgesehen von der Pflanzennahrung und den hufartigen Zehenscheiden, zu diesem Vergleich hauptsächlich verleitet worden durch die Größe dieser Saurier. Aber auch da erweisen die neueren Funde, daß der größte Elefant nicht entfernt mehr als Maßstab reicht. Die größte Elefantenart, der heute ausgestorbene Elephas meridionalis, dessen Prachtskelett in Paris steht (auf dem Bilde der Pariser Gallerie S. 86 im Hintergrund sichtbar), wurde 4 m hoch. Der abgebildete Oberschenkel von Atlantosaurus mißt allein 2 m. Man denke ihn sich eingefügt in das Skelett des Brontosaurus excelsus S. 256 und berechne sich danach ungefähr die Höhe des ganzen Skelettes etwa in der Mitte der Wirbelsäule, so hat man einen Maßstab für die vertikale Ausdehnung dieses Reptils. Horizontal, von der Schnauze bis zur Schwanzspitze, maß der Atlantosaurus nach Marsh' Schätzung 115 Fuß, der Brontosaurus etwa 70. Ein einzelner Halswirbel des Apatosaurus laticollis aus Colorado besitzt eine Breite von

1,07 m. Das sind Längenmaße, gegen die der Grönland-Wal, das größte heute lebende Wirbeltier, noch zurücktritt; unser afrikanischer Elefant mißt (ohne Rüssel gerechnet, der ja zu den weichen Teilen gehört, die sich bei den Saurierskeletten nicht mehr kontrollieren lassen) nur etwa 3½ m.

Die vollständigsten Exemplare dieser Riesen stammen alle aus dem



Othniel Charles Marsh,
der Direktor des paläontologischen Museums am Yale College in New Haven (Nord-Amerika). Durch seine in größtem Stil betriebenen systematischen Forschungen, die zum Teil gefahrvolle und kostspielige Expeditionen nötig machten, hat Marsh unsere Kenntnis der fossilen Tiere Nord-Amerikas in einer früher ungeahnten Weise bereichert.
(Nach einer Photographie von Maull & Fox, London.)

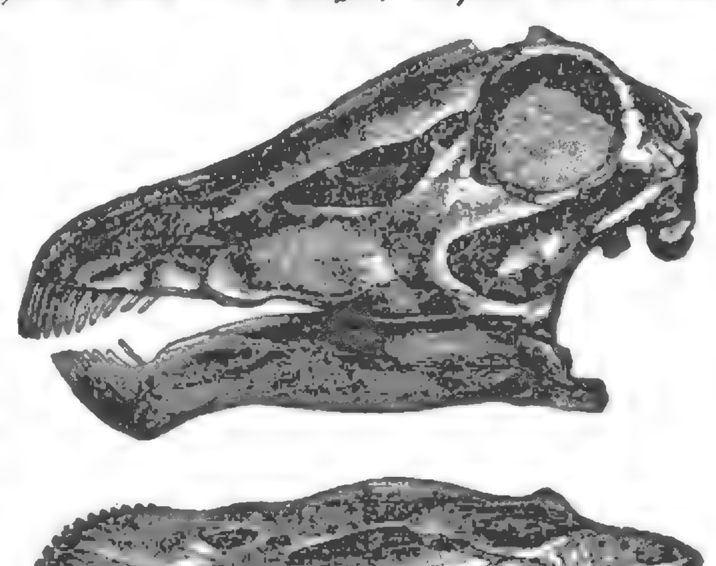
obersten Jura in Nord-Amerika und sind durch Marsh im Museum zu New Haven zusammengefügt und ergänzt worden, einem Museum, das gegenwärtig wohl das großartigste von allen für Paläontologie in der Welt existierenden ist. Gelebt haben ähnliche Ungetüme, z. B. der etwa 12 m lange und 3 m hohe Cetiosaurus (Walfischsaurier) auch in England, wo das Oxforder Museum gigantische Reste bewahrt.

Obwohl die vortrefflichen Skelette über den allgemeinen Körperumriß keinen Zweifel lassen, fällt es der Phantasie vor diesen Sauriern doch schwerer als sonst, sich ein Bild von der wirklichen Erscheinung im Leben zu machen. Eine ungeheure Schwerfälligkeit ist bei diesen Maßen wohl selbstverständlich. Die Reste liegen durchweg so, daß man annehmen kann, die Tiere seien an Ort und Stelle im Schlamm versunken. So denkt man an die Bewohner sumpfiger Ufer, vielleicht auch eine halb amphibische Lebensweise nach Art unserer Nilpferde. Wie bei diesen muß der tonnenartige Bauch beinah am Boden entlang gestreift sein, wenn der Koloß langsam dahinschwankte. Da jede Verpanzerung fehlt, mag wohl eine ebenfalls dem Nilpferd oder Rhinoceros ähnliche dicke, rissige, meist mit Schlamm inkrustierte Haut den Körper eingeschlossen haben. Aber der lange, enorm starke Hals mit dem kleinen Eidechsenkopf muß dem ganzen Ungetüm doch wieder ein völlig absonderliches Wesen gegeben haben. Lag es nach Dickhäuterart faul im Seichtwasser, so mag der heraufragende Hals an den Plesiosaurus gemahnt haben, nur daß der Kopf dabei nicht nach Fischen in die Tiefe spähte, sondern wahrscheinlich die Uferkräuter in Rationen abweidete, die dem Zwanzigtonnengewicht entsprachen.

Für einen etwas anders ausschauenden Eidechsenfüßler, den Diplodocus longus, hat Cope die amphibische Lebensweise noch schärfer zu begründen versucht. Der etwa 50 Fuß lange Unhold hat einen wahren Pferdekopf als Schädel, in dem nur der vorderste Teil der Kiefern lange, dünne Zähne trägt, die in seichten Höhlen sitzen und immer gleich mehrere Ersatzstifte unter sich haben. Dieses Gebiß spricht für sehr weiche Nahrung, also vielleicht Algen auf dem Wassergrunde, zu denen das Tier trotz seiner Größe leicht hinabtauchen konnte, da es ein ungemein leichtes, (d. h. durch Hohlräume in den Knochen leicht gemachtes) Skelett besaß. Man meint, ein Seepferd der alten Sagenbücher auf- und absteigen zu sehen, wenn man sich diese Cope'sche Deutung zum Bilde formt.

Als zweite Hauptgruppe der Dinosaurier unterscheidet Marsh die Theropoda oder Raubtierfüßler. Sie bieten einen ganz verschiedenen äußeren Anblick. Das Gebiß verrät Fleischfresser. Die Zehen, deren Zahl von fünf bis drei schwankt, tragen spitze, gekrümmte Krallen. Die hohen, geknickten Hinterbeine und winzigen Vorderbeine deuten auf eine aufrechte Stellung, zum Hüpfen auf den Rückläufen gemacht wie bei den Känguruhs, oder zum zweibeinigen Schreiten nach Art der Vögel. In diesem Rahmen

treten uns die ältesten bekannten Dinosaurier, die der Trias, entgegen. 1847 kam im roten Knollenmergel des Stuttgarter Keupers das erste Skelett des Zanclodon zu Tage. Vor den wie Messerklingen gekrümmten Raubtierzähnen dieses Sauriers schwindet das Bild friedliebenden Stumpfsinns, das die Eidechsenfüßler boten. Auf seinen steilen Hinterbeinen rasch heransausend, deren Oberschenkel allein ¾ m maßen, während die darüberragende Wirbelsäule 3 m hoch anstieg, muß er selbst einen großen Gegner machtvoll mit Gebiß und Klauen anzugreifen gewußt haben. Noch ein ganzes Teil größer wurde die bekannteste Form der Gruppe, der Megalosaurus. Er hatte Oberschenkel von rund Meterlänge und war offenbar in vielen Arten vom mittleren Jura an bis in die Kreide über Europa, Nord-Amerika und Ost-Indien verbreitet. Die hauptsächlichsten Skeletteile stehen im Oxforder Museum beisammen. Überhaupt muß es von diesen Springsauriern von der Trias an überall gewimmelt haben. In Nord-Amerika kommen in den Triasschichten von Connecticut ihre Skelette (Anchisaurus) bezeichnenderweise nahe bei den S. 423 geschilderten Fußspuren vor, die zum Teil höchstwahrscheinlich von ihnen herrühren. Bei den meisten Arten zeigt sich jenes Erleichterungsprinzip, das in Gestalt von Hohlräumen in den Knochen schon bei Brontosaurus auffiel. Coelurus fragilis, der zu einer Gruppe kleinerer Känguruh-Saurier von nur 2 bis 3 m Gesamtlänge gehört, hat ein Skelett, das wie aus Papier aufgebaut ist: die Wirbelkörper samt Bogen und Fortsätzen waren ebenso wie alle anderen Skelettknochen, die man gefunden hat, in einer Weise ausgehöhlt, daß die Wände nur die Dicke von Kartonpapier behielten. Unwillkürlich legt man sich die Frage vor, ob diese kleineren Arten nicht auch auf Bäumen gelebt



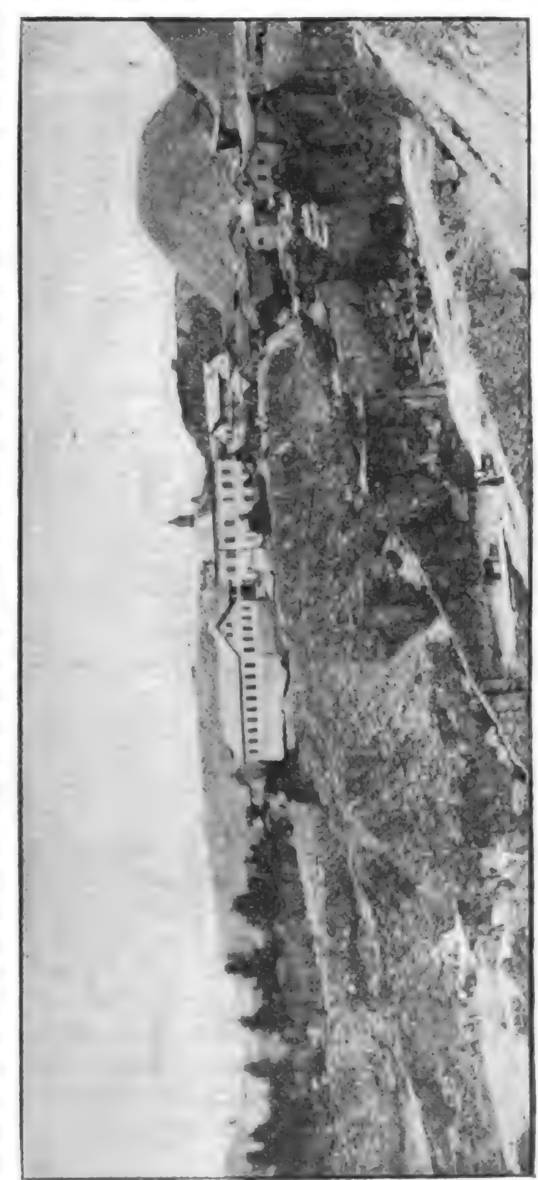
Der Schädel eines Dinosauriers der Jura-Zeit:
des Diplodocus longus aus dem oberen Jura von Cañon City in Colorado (Nord-Amerika). Der äußeren Form nach muß der Kopf dieses riesigen Reptils von 40 bis 50 Fuß Länge dem eines Pferdes auffallend geglichen haben. Die ungemein dünnen Zähne, die offenbar sehr leicht ausfielen, konnten stets durch Reservezähne aus einer Kieferhöhle rasch ersetzt werden. Nach Cope's Ansicht tauchte das Tier mit Hilfe seiner zum Teil hohlen Knochen leicht und weidete die Algen des Seegrundes ab. Vergl. Text S. 460.
(Das Bild nach Marsh in 1/8 der natürlichen Größe.)

haben könnten, wo die verlängerten Hinterbeine im Verein mit dem federleichten Körper gewaltige Sprünge von Ast zu Ast ermöglichten. Das Bild bleibt aber schon wunderlich genug, auch wenn man nur an eine Lebensweise nach Art der Springmäuse denkt.

Am meisten wird man an diese lustigen Nagetiere unserer Wüsten erinnert, die zur Eiszeit auch noch in Mittel-Europa hausten, wenn man den winzigsten aller bekannten Raubtierfüßler und aller Dinosaurier überhaupt ins Auge faßt, den Zierkiefer (Compsognathus, von kompsos = zierlich und gnathos = Kiefer) aus dem lithographischen Schiefer von Kehlheim in Bayern (Bild S. 464). Man kennt nur ein einziges Exemplar dieses niedlichen Tieres, das ausgewachsen nur wenig über einen Fuß hoch war. Dieses eine Exemplar aber ist gleich merkwürdig durch seine Körperbeschaffenheit wie durch seine Fundstelle. Gegen Ende der Jura-Zeit herrschten in dem Teile Süddeutschlands, der heute etwa durch die Orte Solenhofen, Eichstätt und Kehlheim (am einfachsten kurz durch Solenhofen) bezeichnet wird und in den Fränkischen Jura fällt, ganz eigentümliche Verhältnisse. Das Meer, das so lange das Land bedeckt hatte, — das Meer, in dem Lager kalkiger Muschelschalen und die imposanten Bauten riffbildender Korallen sich allmählich abgesetzt und die ganze reiche Tierwelt des Jura-Oceans sich bewegt hatte, von den Seelilienwäldern der Tiefe bis zum Ichthyosaurus-Heer, das sich den Delphinen gleich an der besonnten Oberfläche tummelte, — es hatte damit begonnen, sich nach Süden zu, nach den Alpen zurückzuziehen. Weite Flächen des alten Meeresbodens wurden trocken, der ältere Jurakalk hob sich allenthalben in Inseln aus dem Wasser, zwischen denen seichte Kanäle, seichte Buchten sich dehnten. Das Tier- und Pflanzenleben erlosch nicht bei diesem Wechsel, da er überaus langsam kam. Gewisse Formen freilich, die notwendig tiefes Wasser oder offene Brandung zu ihrer Existenz brauchten, gingen ein: so die Riffkorallen und die Seelilien. Aber die Medusen, die Ammoniten- und Belemniten-Tintenfische und zahlreiche andere ließen sich nicht so leicht vertilgen, wenn auch der ungünstige Wind sie jetzt leichter als früher zu Scharen als hilflose Opfer auf den Strand trieb. Gewisse Gruppen wie die Krebse gediehen sogar üppiger als je, die Fische fühlten sich wohl, und zur Vervollständigung der Fauna trug grade die Landnähe selbst wieder bei, indem sie Insekten heranflattern ließ und die mancherlei Reptile des festen Bodens an den Strand führte. Aus der Pflanzenwelt machten sich Tangwiesen in den stillen Buchten breit, in deren grünes Krautmeer gelegentlich jetzt auch ein vom Wind gefällter und vom Fluß herabgeflößter Cypressen- oder Cykadeenstamm der Inselwälder geriet.

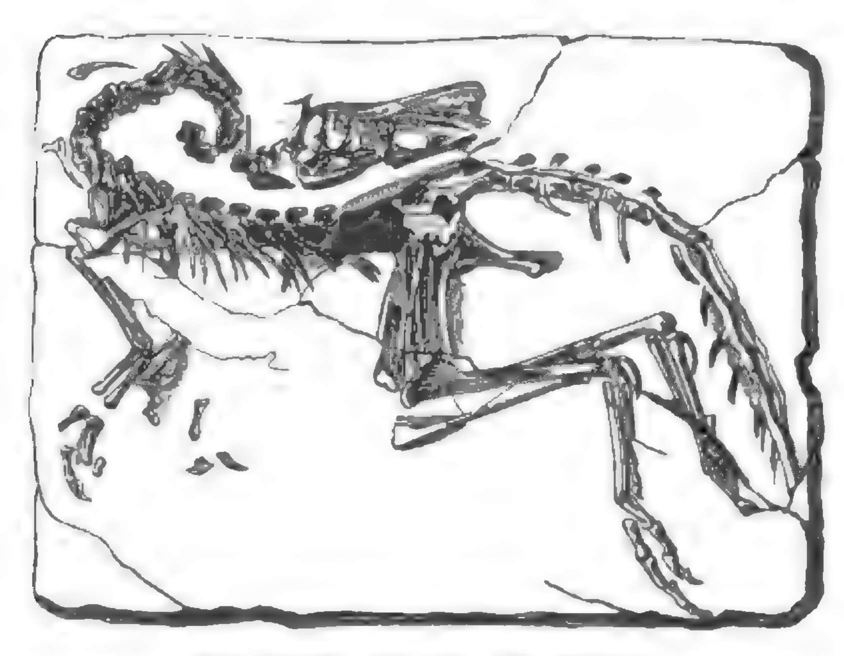
Diese Verhältnisse allein hätten noch nichts so sehr Besonderes an sich, — sie kehren auch sonst in dieser und andern Epochen wieder. Aber zwei Umstände haben dieses Seichtmeer von Solenhofen in eine einzigartige

Erkenntnisstätte der forschenden Menschheit umgeschaffen, — einen wahren Tempel der Natur, an dessen Wundern nur der Unwissende ohne ein Gefühl tiefer Ergriffenheit vorüberschreiten kann. Wie heute allerorten, so rann auch damals das Süßwasser in Quellen, die vereint zu Bächen und Strömen wurden, von den Hügeln und Bergen nieder. Diese Hügel und Berge, die im Hintergrund des erhaltenen Restes vom Fränkischen Jurameer ragten, bestanden aus gehobenen Kalksedimenten des Jura selbst. Unablässig nagte das atmosphärische Wasser feine Kalkpartikelchen davon wieder herunter und füllte die seichten Meeresbuchten von den Flußmündungen aus mit dem feinsten Kalkschlamm, der in diesem niedrigen Wasser nicht chemisch aufgelöst wurde, sondern sich langsam absetzte, — alles Organische, das eben tot zu Boden sank, mit dem plastischsten Material umhüllend und fast ohne Formveränderung begrabend. Diese Art der direkten Kalkablagerung ist selten, aber wenn sie eintritt, giebt sie auch die



Jura-Landschaft: Solenhofen in Bayern, die Fundstätte zahlreicher seltener Versteinerungen der Jura-Zeit. (Nach einer Photographie von Siegfried Schramm in Eichstätt. Vergl. auch das Bild Bd. I S. 17.)

Möglichkeit zur Erhaltung der zartesten organischen Gebilde. In den Gewässern von Solenhofen kamen Dinge zur Versteinerung, die sonst ganz ausgeschlossen scheinen: die wie Schaum an der Sonne jäh zerfließenden Schwimmglocken der Quallen, der durch und durch weiche Leib nackter Würmer und Tintenfische, der Silberflügel der Libelle, die zarte Feder des Vogels und die dünne Flughaut des flatternden Reptils. Die zierlichen und grotesken Körper der Haarsterne, der langschwänzigen Krebse, der Ganoidfische prägten sich in Umrißzeichnungen von einer Schärfe ab, die das Höchste an Naturselbstdruck leistet, was man sich nur ausdenken kann. Nachdem der Prozeß eine rechte Weile gedauert hatte, lag ein ganzes Museum der Jura-Fauna Bayerns in der Kalkmasse aufgestapelt, und es blieb unbehelligt im Gestein, als in der Folge oben das Meer endgiltig das Terrain räumte und der alte Seegrund der Jura-Zeit fester Untergrund der fränkischen Landschaft wurde. Dann, nach Verlauf einer ungeheuren, nicht annähernd berechenbaren Zeitspanne kam der zweite glückliche Zufall, der dem alten Erbe nachträglich noch einen Zweck geben sollte. Die feinkörnigen Schiefer von Solenhofen bedecken, obwohl der Name gewöhnlich nur an den einen Ort anknüpft, in Wahrheit doch sehr bedeutende, ein weites Ende auf der bayerischen Karte überspannende Flächen. Über diese Flächen liegen die schönen Versteinerungen weit zerstreut, ohne sich durch außergewöhnliche Zusammendrängung an einem engeren Fleck etwa nach Art der Ichthyosaurus-Katakombe im Lias von Boll auszuzeichnen. Schwerlich würde man aus gelegentlichen Funden hier und da zu einer wirklichen Ausnutzung der einzigartigen Lokalität gelangt sein. Aber dieser fränkische Schiefer hat nicht allein für den Paläontologen Wert. Er findet seit langer Zeit die ausgedehnteste technische Verwendung. Neben der Benutzung zu Dachplatten und Pflastersteinen liefert er den berühmten lithographischen



Der kleinste bekannte Dinosaurier:
der Springsaurier Compsognathus longipes aus dem lithographischen Schiefer von Kehlheim in Bayern (Jura-Zeit).
Vergl. die gegenüberstehende Rekonstruktion. Das hier dargestellte Skelett steht im Münchener Museum. (1/4 der natürl. Größe.)

Stein, der unserer Kultur unentbehrlich und von der Fränkischen Alb aus zu einem wahren Weltartikel geworden ist. Was an andern Punkten der Erde Erz und Edelstein nur vermocht haben, das brachte von dem Tage an, da die Kunst der Lithographie gefunden war, der Schiefer von Solenhofen für den Fränkischen Jura fertig: weite Strecken wurden systematisch abgebaut,



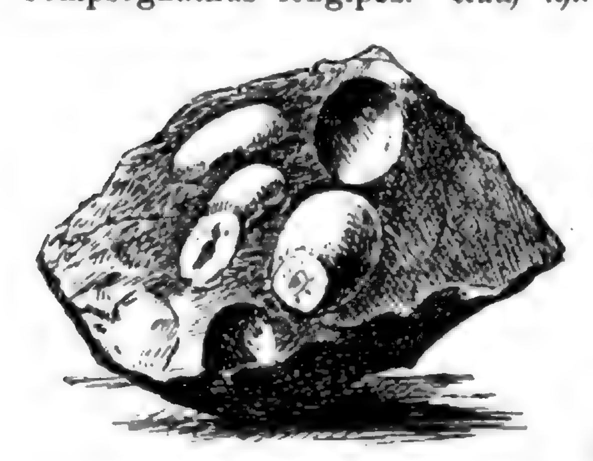
Ein Reptil der Jura-Zeit,
das sich nach Art der Känguruhs springend auf den Hinterbeinen bewegte:
der Compsognathus longipes (Zierschnabel).

Der Compsognathus zählt zur Ordnung der Dinosaurier, derselben, in die der ebenfalls aufrecht sich bewegende riesige Iguanodon und der über 100 Fuß lange Atlantosaurus (Bild S. 455) gehören. Er ist aber der Zwerg der ganzen Gruppe. Das einzige bisher bekannte Exemplar (aus dem Juraschiefer von Kehlheim in Bayern), nach dem die hier gegebene Rekonstruktion hergestellt ist, mißt nur wenig über einen Fuß in der Höhe, hat also ungefähr die Größe einer Springmaus; dennoch ist es offenbar ein bereits ausgewachsenes weibliches Individuum, da sich in seiner Leibeshöhle noch die Reste eines Jungen erkennen ließen.

Steinbruch an Steinbruch reihte sich in rascher Folge, und von allen Ecken zugleich in Angriff genommen, begann eine ganze geologische Formation ihre Auferstehung zu feiern. Erst als das längst im Gange war, merkte man, daß dieses Gestein, das indirekt schon der Wissenschaft so enorm zu gute kam, auch noch direkt eine der wichtigsten paläontologischen Schatzkammern umschloß. Heute ist auch das Achten auf diese Museumsgüter ein

integrierender Bestandteil in den Zwecken des fränkischen Schieferbaues geworden. Kolossale Summen — bis zu 20 000 Mark für ein Fundstück, den Urvogel Archaeopteryx — werden mit dem Verkauf der paläontologischen Raritäten verdient, und bei der anscheinenden Unerschöpflichkeit der Schiefer an den auserlesensten Sachen wird wohl auf lange noch hier eine wirkliche ideelle wie materielle Goldgrube in Kraft bleiben, in der höchster Vorteil für die Petrefaktensammler sich mit unberechenbar hohem Gewinn für die menschliche Erkenntnis restlos deckt.

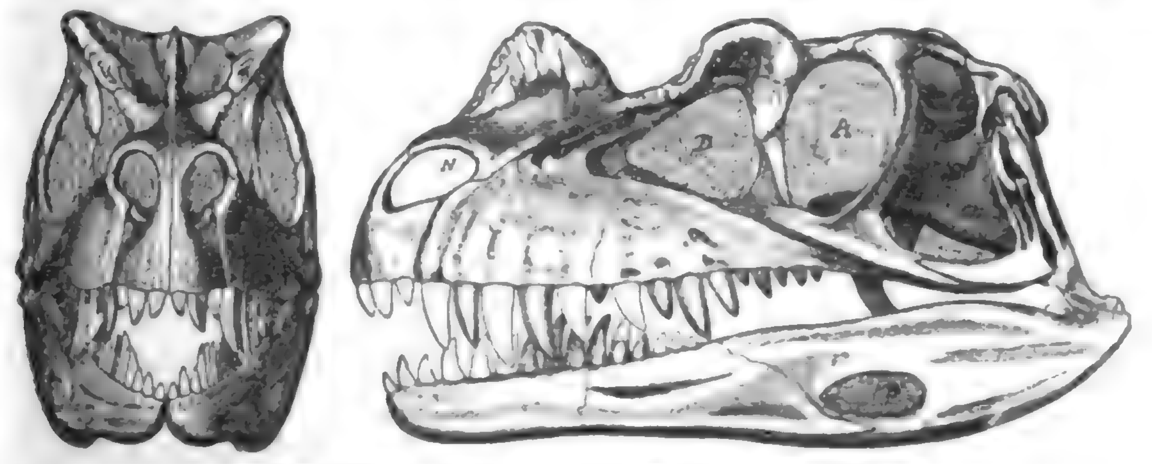
In einer dieser Jurabuchten nahe dem heutigen Kehlheim, das von Solenhofen ein ganzes Stück entfernt liegt, muß nun gelegentlich auch der kleine Dinosaurier verunglückt sein, von dem wir oben ausgingen, — der Compsognathus longipes. Auch ihn barg sogleich der Kalkschlamm, und so dauerte das zierliche Skelett, obwohl etwas zerdrückt, aus bis auf den Tag, da es als eine Hauptzierde dem Münchener paläontologischen Museum einverleibt werden sollte. In der Stellung wie die kleine Leiche da liegt, meint man beinah noch den letzten Verzweiflungssprung gespiegelt zu sehen. Compsognathus muß ein überaus graziöser Springer gewesen sein, — federleicht, da sämtliche Wirbel und Gliedmaßenknochen hohl waren, und mit den mächtig verlängerten, dreizehigen Hinterbeinen (die vierte Zehe ist schon verkümmert) zu weitem Satz wie gemacht. Der Schädel hat etwas unverkennbar vogelartiges, trägt aber kräftige Zähne. Man hätte sich streiten können, ob es sich nicht bloß um ein junges Exemplar irgend eines der großen Dinosaurier handle, wenn nicht das scharfe Auge von Marsh in der Leibeshöhle einen deutlich entwickelten Embryo entdeckt hätte, der ein geschlechtsreifes Weibchen verrät. Dieser Fund wird doppelt interessant, weil er beweist, daß auch bei Dinosauriern das Lebendiggebären (wie bei den Fischsauriern) vorgekommen zu sein scheint. Zwar hat man in Juraschichten gelegentlich Eier gefunden, die wohl von Reptilien herrühren, so daß kein Zweifel ist, daß auch damals wie heute von Landreptilen (man denkt zunächst an Dinosaurier, es können aber auch Schildkröten, Krokodile u. a. in Frage kommen) Eier gelegt worden sind. Immerhin giebt die Thatsache zu denken, daß in den beiden einzigen Fällen, wo uns die Fortpflanzung bei Jura-Reptilen noch direkt gegeben ist — bei Compsognathus und Ichthyosaurus — beide Male die fertige Ausbildung der Jungen schon im Mutterleibe deutlich wird.



Reptilien-Eier aus der Jura-Zeit.
Nach Buckman.

Lose an die Raubtierfüßler anschließen läßt sich noch eine höchst absonderliche Dinosaurierform aus dem oberen Jura von Colorado: der Nashornsaurier (Ceratosaurus nasicornis). Dem Zahnbau nach sicherlich auch ein Raubtier, zeigte dieser Saurier eine eigentümliche Wehr, wie man sie nach aller sonstigen Analogie nur bei pflanzenfressenden Huftieren suchen sollte: er trug auf den Nasenbeinen einen hohen Knochenkamm, der ein regelrechtes Horn (wahrscheinlich saß noch ein gleich den Rhinoceroshörnern vergänglicher Aufsatz darauf) bildete. Dabei war das ganze Tier wieder ein rechter Koloß, mit relativ sehr großem Kopf bei 17 Fuß Körperlänge.

Ein Tier von 17 Fuß Länge, mit einem Horn auf der Nase, einem Tigergebiß und aufrechter Stellung auf den Hinterbeinen muß bereits einen



Der Schädel eines Dinosauriers der Jura-Zeit:
des Nashornsauriers (Ceratosaurus nasicornis) aus dem oberen Jura von Colorado. (1/8 der natürl. Größe. Nach Marsh.)
Das ganze Ungetüm wurde etwa 17 Fuß lang. Auf den Nasenbeinen trug es einen hohen Knochenkamm. Trotz dieses Hornes war es dem Zahnbau nach offenbar ein Fleischfresser.

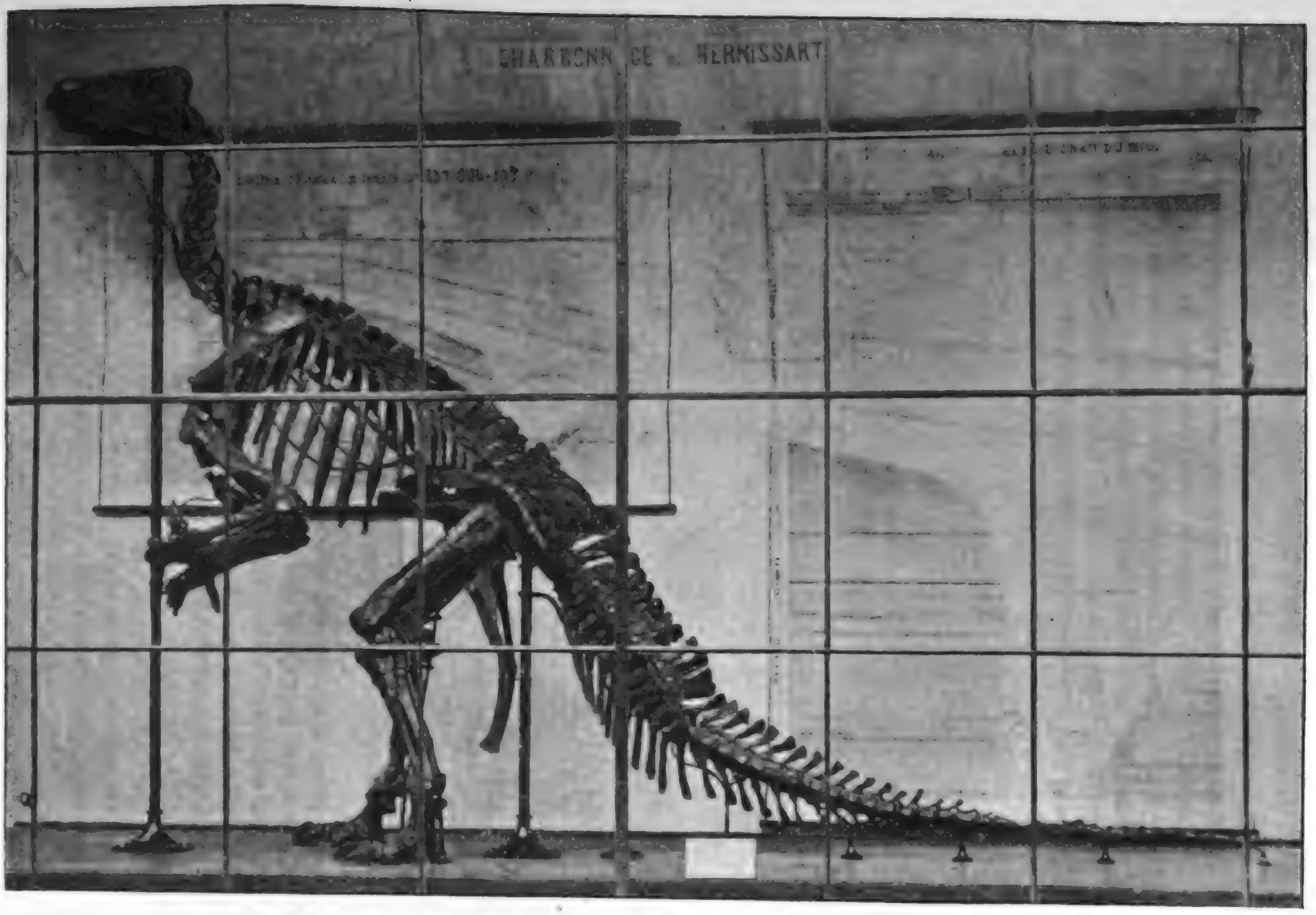
Anblick gewährt haben, den unser Riesenkänguruh nur sehr unvollständig wiedergiebt. Dennoch liegt die kolossalste Entfaltung solcher Spring-Reptilien erst in der dritten Unterordnung der Dinosaurier. Diese dritte Gruppe hängt nur ganz lose ineinander. Während Cope und Zittel sie als die der Orthopoda den beiden andern gegenüberstellen, trennt Marsh (wahrscheinlich mit mehr Recht) sie in drei jenen gleichwertige Abteilungen: die Stegosauria, Ceratopsia und Ornithopoda (Vogelfüßler). Thatsache ist, daß die drei typischen Vertreter dieser drei Gruppen sich außerordentlich auffällig voneinander unterscheiden, wie der Leser aus den im folgenden mitgeteilten Rekonstruktionen des Stegosaurus, des Triceratops und des Iguanodon leicht ersehen kann. Nur darin kommen alle drei zusammen, daß sie wohl ausschließlich Pflanzenfresser waren gleich den Eidechsenfüßlern.

Am engsten an die Theropoden schließen sich die Ornithopoden oder Vogelfüßler an. Wir sehen die fleischfressenden Megalosaurus und Kompso-

gnathus in die entsprechenden Formen mit vegetabilischer Nahrung übersetzt. Hand in Hand damit geht, wenn auch der Megalosaurus oder Ceratosaurus schon stattliche Kolosse waren, hier doch noch wieder eine Vergrößerung, wie sie dem heutigen Verhältnis etwa von Löwe und Elefant entspricht. Sonst bleibt viel Ähnliches: die verkürzten Vorderbeine, hohle Extremitätenknochen, spitze Krallen an den Zehen, eine vielleicht dickhäuterartige, aber jedenfalls unbepanzerte Haut. So erscheint uns der riesige Iguanodon, eines der merkwürdigsten Geschöpfe, die je die Erde belebt haben.

Im Jahre 1822 kamen erste isolierte Zähne eines großen Reptils im englischen Wälderthon (Grenzschicht zwischen Jura und Kreide) zum Vorschein, die Mantell mit den Zähnen der heute lebenden Leguan-Eidechse (Iguana) verglich. So taufte man das Tier Iguanodon. Die Analogie zum Leguan war allerdings nur eine trügerische. Aber man war nichtsdestoweniger einem sehr kostbaren Objekt auf der Spur. 1834 gab es die ersten größeren Skeletteile auf einer großen Sandsteinplatte, die jetzt im Londoner Museum ist. Etwas verfrüht begann man zu restaurieren, die Versuche mißlangen. Erst 1878 kam dann das volle Licht. Bei Bernissart in Belgien sollte ein Stollen im Bergwerk durch den Wälderthon gestoßen werden. Die Äxte stießen auf enorme Knochen. Man erkannte den Wert des Fundes, gewahrte aber auch äußerste Schwierigkeiten bei seiner Bergung. Das Knochenmaterial zerfiel zu Pulver, wo man es angriff. Endlich ließ man Kessel mit Gipsbrei in die Grube hinab und hüllte die Skeletteile vorläufig in eine harte Gipskruste. Das half. In dieser Schale konnten die kostbaren Reliquien wenigstens heraufbefördert und ins Museum nach Brüssel geschafft werden. Dort hat man dann die Gipsmasse wieder zu entfernen und die mürben Knochen so zu festigen gewußt, daß man wagen durfte, sie zu ganzen Skeletten wieder aneinanderzufügen. Es ergab sich als glänzender Lohn so vieler Mühen, daß man vor 23 mehr oder minder vollständigen Iguanodon-Skeletten stand, darunter 21 des großen Iguanodon Bernissartensis und 2 des kleineren I. Mantelli. Selten ist die Wissenschaft durch einen einzigen Fund in den Besitz eines so umfassenden Materials, ein einziges Museum in den eines solchen vielköpfigen paläontologischen Wertobjektes gelangt. Wie eben nach dem frischen Kadaver skelettiert, stehen die zwei fertig präparierten und in ganzer Höhe aufgestellten Exemplare im Hof der Brüsseler Gallerie da, — ein Gegenstand des Staunens auch für den ganz wildfremd hierher verschneiten Laien.

Die größere Art, der Iguanodon Bernissartensis, mißt von der Schnauze zur Schwanzspitze rund 10 m, die kleinere immer noch mehr als die Hälfte davon. Die Art, wie man die Skelette aufgestellt hat, entspricht im wesentlichen wohl der Stellung, die sie im Leben einnahmen. Der ganze Körper ist der Masse nach nach hinten konzentriert, wo die mächtigen Hinterbeine und, wenigstens beim Sitzen, wohl auch der überaus solide



Das Skelett des großen Iguanodon von Bernissart in Belgien (Iguanodon Bernissartensis),
eines riesigen, aufrecht gehenden Reptils von der Wende der Jura- zur Kreide-Zeit, aufgestellt im Hofe des Brüsseler Museums. (Nach einer Photographie.)
Die Länge des Tieres von der Schnauze bis zur Schwanzspitze beträgt 10 m. Vergl. auch das Bild Bd. I S. 21.

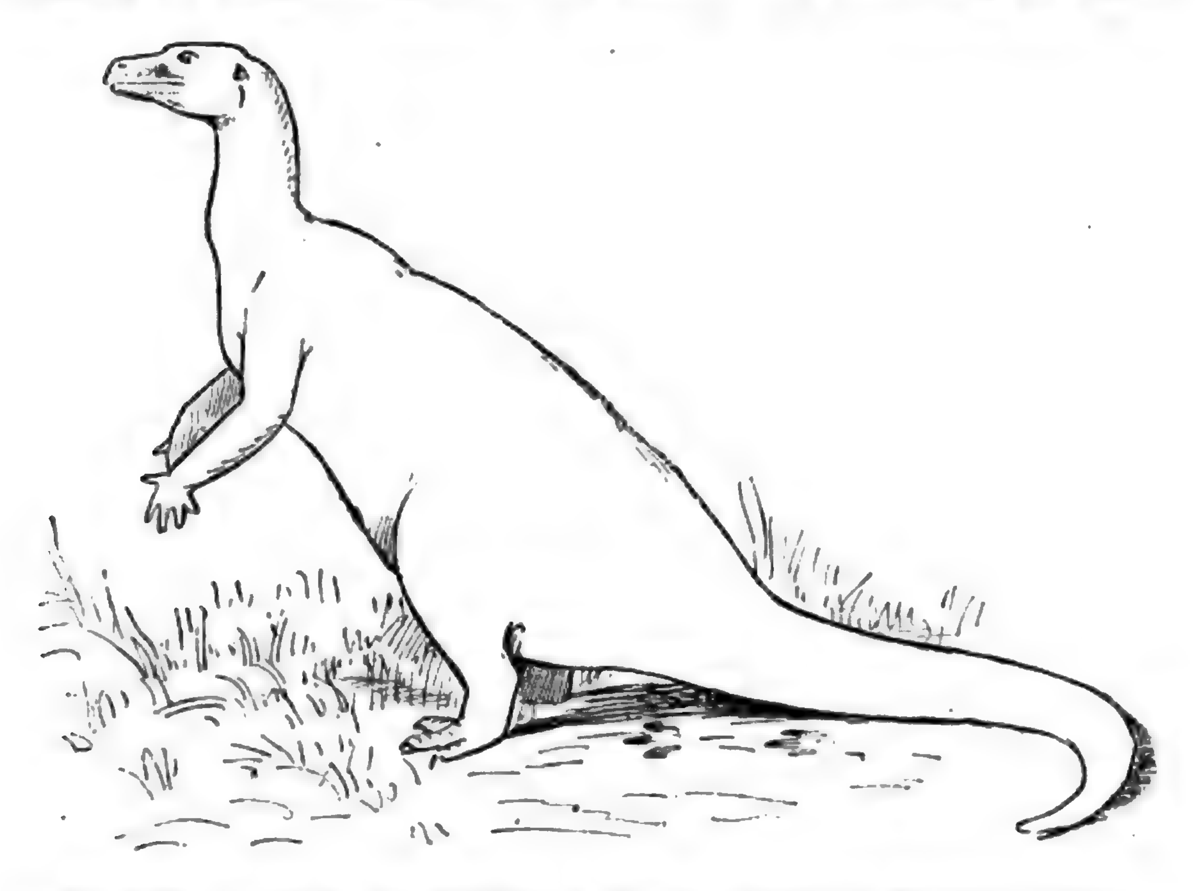
Schwanz die Last trugen. Auch die Weichteile des Bauches müssen wie bei einer Fettgans tief nach hinten und unten herabgeschleppt haben, wie die langen, nach unten gewendeten Sitzbeinknochen am Skelett (auf dem Bilde S. 469 zwischen Hinterbeinen und Schwanz deutlich sichtbar) beweisen. Die schwachen Vorderbeine können nur zum Abbrechen von Zweigen oder gelegentlich zur Verteidigung gedient haben, — letzteres mit Hilfe der Daumen, die in einen soliden, rechtwinklig abstehenden, scharfen Dolch umgewandelt waren. Ehe man die Skelette von Bernissart hatte, meinte



Der kleinere Iguanodon von Bernissart (Iguanodon Mantelli),
ein aufrecht trabendes Riesenreptil von 5½ m Länge. (Rekonstruiert nach Hutchinson und Smit.)

man diesen merkwürdigen, lose überlieferten Daumen als Hornzapfen der Stirn deuten zu müssen, und man kann noch jetzt in älteren geologischen Werken total irrige Rekonstruktionen solcher gehörnten Iguanodonten sehen, — wobei sich übrigens auch hier der Zufall darin drollig bewährt hat, daß wir in dem oben erwähnten Nashornsaurier (Ceratosaurus) jetzt doch auch noch einen Dinosaurier mit einem wirklichen Horn auf der Nase kennen, wenn auch für Iguanodon nichts derart zutrifft. Seltsam genug ist der Iguanodon-Kopf auch ohne die Zugabe. Ganz vorne hatte er eine Art Schnabel, — der Leser erkennt das besser aus dem in Bd. I S. 21 mitgeteilten Skelett als an dem großen umstehenden, bei dem der Schädel leider auf der Photographie etwas in den Schatten geraten ist. Zumal

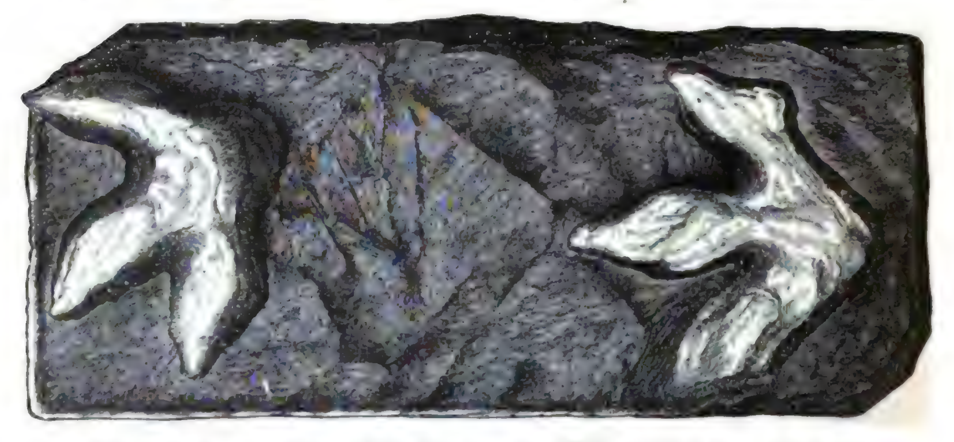
am Unterkiefer äußert sich dieser Schnabel als besonderer, hufeisenförmiger Knochen mit zackigem Rand, aber ohne Zähne. Im Leben wohl mit Hornscheiden umkleidet, mag diese vorderste Schnauzenecke zum Abreißen von weichen Blättern gedient haben, während die tiefer stehenden soliden Zähne das eigentliche Kleinbrechen härterer Zweigteile besorgten. Diese Zähne, ein wahrhaft raffinierter Apparat, waren gemacht, das dickste Holz zu besiegen. „Der Vorder- und Hinterrand", so schildert sie Zittel, „ist gezackt, die Wurzel verschmälert und verdickt. Die Oberkieferzähne stehen



Der große Iguanodon von Bernissart in Belgien (Iguanodon Bernissartensis),
ein aufrecht trabendes Riesenreptil von 10 m Länge. (Rekonstruiert nach Hutchinson und Smit.)

dicht gedrängt in einer Reihe, ihre Spitzen krümmen sich etwas nach innen, ihre von dickem, glänzendem Schmelz überzogene Außenseite ist durch eine scharfe Längsfalte in eine etwas breitere vordere und eine schmälere hintere Fläche geteilt, die Innenseite glatt. Die Unterkieferzähne krümmen sich nach außen, ihre innere Fläche ist mit mehreren schwachen Längsleisten verziert, die äußere glatt. Die unteren Zähne sind, wie die oberen, in Alveolen (Zahnhöhlen) eingefügt; da jedoch der äußere Kieferrand erheblich höher ist, so fehlt den Alveolen die innere Wand, und die meist in zwei oder drei Reihen präformierten Ersatzzähne liegen frei übereinander und waren ursprünglich nur vom Fleisch bedeckt. Die älteren funktionierenden Zähne sind fast immer mehr oder weniger, manche sogar bis zur Wurzel

abgekaut. Da die oberen Zähne beim Kauen über die unteren vorragen, so bildet sich an den Oberkieferzähnen eine schräg nach innen und oben, an den Unterkieferzähnen eine schiefe, nach außen und unten gerichtete Kaufläche; die gefalteten Seiten wirken wie eine Schneide, und die mit dünnerem Schmelz bedeckten glatten Flächen werden abgenutzt." Auffällig groß sind im Vergleich zu den kleinen Augen die Nasenlöcher. An der entgegengesetzten Körperseite fällt der massive Bau des Schwanzes auf. Die ganzen Verhältnisse, insbesondere die Verknöcherung der Bänder, machen es wahrscheinlich, daß der Schwanz für gewöhnlich nicht schleifte, sondern gestreckt getragen wurde. Trotzdem ist es schwer glaublich, daß ein solcher Zehnmeter-Koloß sich anders als langsam



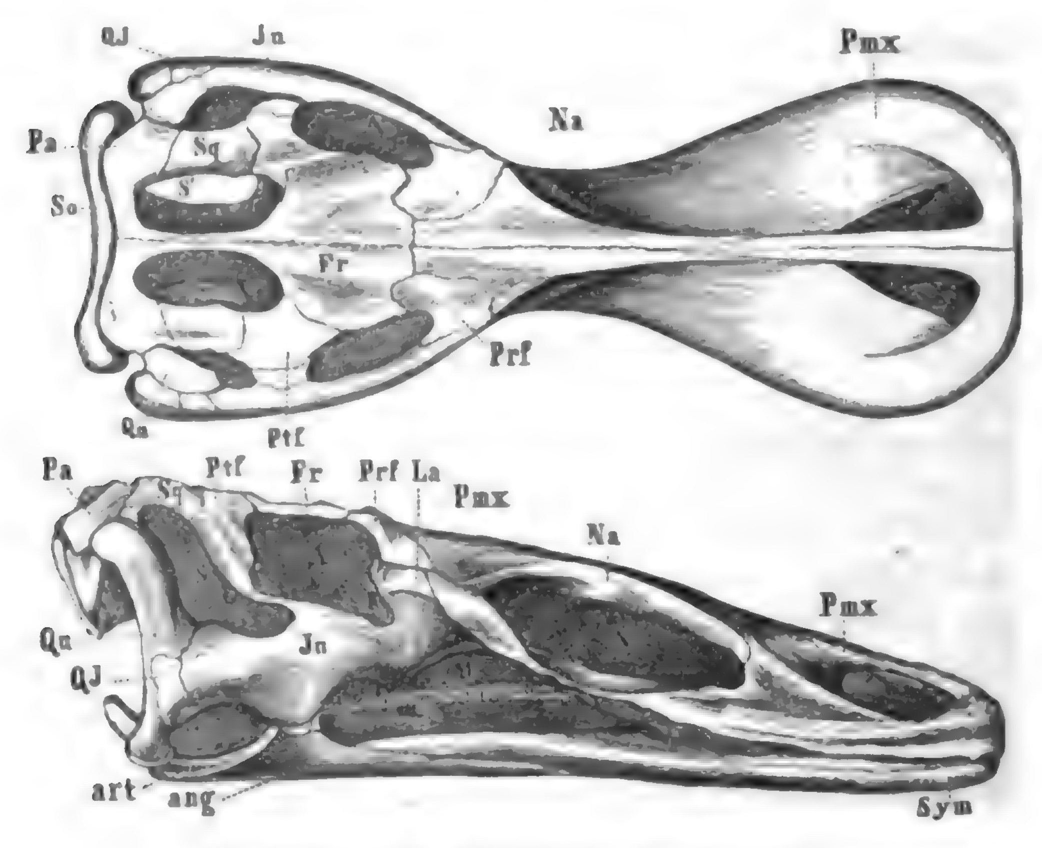
Fährten riesiger dreizehiger Wirbeltiere aus dem Wäldersandstein von Bückeburg.
Vielleicht handelt es sich um Spuren jener aufrecht auf den Hinterfüßen trabenden Iguanodonten, wie sie die Bilder S. 469 ff. zeigen. (Nach Struckmann.)

watschelnd bewegt haben könne. Trug er den Schwanz dabei hoch, so läge nichts im Wege, große dreizehige Fußspuren, die in England bei Hastings und bei uns in Deutschland bei Bückeburg zahlreich gefunden werden, auf solche Iguanodonten zu deuten. Struckmann hat aus Bückeburg die Maße nach Brüssel gesandt: sie passen auf den großen Iguanodon. Aber da gleichzeitig jede Spur eines schleppenden Schwanzes fehlt, so passen sie eben auch nur auf einen Iguanodon, der mit gestrecktem Schweif watschelte. Diente der seitlich ziemlich zusammengepreßte Riesenschwanz mehr, um furchtbare Schläge auszuteilen, und wurde zu dem Zweck straff gehalten? Man muß auch immer die Möglichkeit im Auge behalten, daß diese offenbar am Sumpfufer von Binnenseen heimischen Ungeheuer gelegentlich oder häufig sogar auch im Wasser wateten, wobei der Schweif in der seichten Flut, die dem Riesen vielleicht nur bis an die Brust ging, frei plätscherte,

während die riesigen Stapfen sich am Grunde ohne Schwanzspur in den Morast graben konnten. Grade bei solchen Gelegenheiten mochte es auch zu Katastrophen kommen, wie sie uns der Schacht von Bernissart so tragisch vorführt: daß nämlich ein ganzes Heer solcher lebendigen Türme Stück für Stück im Laufe der Zeit an derselben kritischen Stelle in einen durch den Wasserspiegel verdeckten Moorgrund versanken. Verständlicher als bei den kleinen Springsauriern wie dem Compsognathus wird es jedenfalls, daß diese übermäßig großen und schweren Tiere wie Iguanodon sich auf die Dauer nicht erhalten konnten. Solche Riesenformen „erschöpfen sich“, wie Koken sehr richtig sagt, „selbst. Welches Land vermöchte auf die Dauer 60—100 Fuß langen Geschöpfen den zur Erhaltung aller vitalen Energie nötigen Spielraum zu gewähren! Es mangelt die den Massen adäquate Steuerung, es kommt zu Hypertrophien (übermäßigen Vergrößerungen eines Organes), ursprünglich nützliche Organe werden durch unaufhaltsame Übertreibung zu Ballast, und der Körper erstickt schließlich gleichsam unter seiner eigenen Last.“ Man hat aus der historischen Zeit Beispiele an dem flugunfähigen, verfetteten Dronte-Vogel auf Mauritius, den riesigen Landschildkröten auf einzelnen oceanischen Inseln u. a., wie solche ins Übermaß geratenen Tierformen scheinbar ungestört lange fortdauern, dann aber, beim minimalsten Störungsmittel (z. B. den paar Jagdzügen hungriger Matrosen, die ihre Schiffe verproviantieren wollen) in unglaublich kurzer Frist total aussterben. Ähnlich mag es den großen Dinosauriern in der Kreide-Zeit ergangen sein. Welche kleine Wirkung freilich hier den Untergang ausgelöst, ist uns nur vermutungsweise erkennbar. Waren die Iguanodonten gleich den heutigen Krokodilen unzertrennlich mit dem Süßwasserufer verknüpft, so mußte ihre Stunde schlagen, sobald aus allgemeinen Ursachen die Binnenseen völlig austrockneten und eine dauernde Dürre des Landes eintrat. Jeder Wechsel schon in der Vegetation mußte diesen Fressern gefährlich werden; die Vegetation aber hing wieder mit der Wassernähe zusammen. Darwin hat zwar gelegentlich mit Recht darauf hingewiesen, daß ein Land keineswegs dichten Waldbestand brauche, um zahllose große Pflanzenfresser zu ernähren, — Süd-Afrika z. B. mit seinen Elefanten und Rhinocerossen lehrt es. Aber man muß bedenken, daß selbst diese schweren Dickhäuter noch ein wirklich schweifendes, große Strecken überspannendes Leben führen, was für den watschelnden Iguanodon wahrscheinlich schon ein Stück der Unmöglichkeit war. Einmal durch schlechte Ernährungsverhältnisse mürbe gemacht, mochten dann ganze Generationen der hilflosen Ungetüme durch Seuchen hingerafft werden, denen sie sonst widerstanden hätten, — eine gewöhnliche Begleiterscheinung beim Untergang ohnehin degenerierender Rassen.

In Nord-Amerika haben große Dinosaurier aus der Verwandtschaft des belgischen Iguanodon bis in die letzte Kreide-Zeit hinein gelebt, bei denen der Schnabelansatz, der schon den Iguanodon auszeichnet, sich in

einer ganz extravaganten Weise fortgebildet hatte. Das obere der beiden Schädelbilder unten zeigt diese Bildung bei einem solchen Schnabelsaurier, dem Hadrosaurus mirabilis, deutlich. Obwohl das Detail des Schädels sonst ganz anders ist, kann man sich doch des Erstaunens darüber nicht erwehren, hier auch bei einem Reptil eine Bildung zu finden, die nur bei der Ente und beim Schnabeltier so wiederkehren. Betrachtet man dann



Der Schädel eines Dinosauriers der Kreide-Zeit:
des Schnabelsauriers Hadrosaurus mirabilis
aus der oberen Kreide von Dakota (Nord-Amerika). Unter allen Dinosauriern ist dieser einer der merkwürdigsten. Der Körper glich dem des Iguanodon (vergl. das Bild S. 471) und kam ihm auch in der kolossalen Größe (38 Fuß) gleich. Auf die aufrecht trabende Riesengestalt eines solchen Iguanodon muß man sich aber einen Kopf denken, der (bei 1,18 m Länge) vorn in einen breiten entenartigen Schnabel ausging. Obwohl der Schnabel selbst zahnlos war, standen doch (wie das die untere Figur gut zeigt) dahinter zahlreiche Zähne, mit Einschluß der Ersatzzähne im ganzen nicht weniger als 2072 Stück!
(Der Schädel in 1/12 der natürlichen Größe nach Cope.)

die darunter stehende Seitenansicht desselben Schädels, so überrascht allerdings beinah noch mehr der hinter dem Schnabel sitzende Zahnwall. Mehrere in vertikaler Richtung übereinander stehende Reihen bildeten (so schildert Zittel nach Cope) ein dichtes Pflaster, wobei die tieferen Ersatzzähne sich zwischen die funktionierenden einschoben und bereits in Gebrauch kamen, noch ehe letztere vollständig abgekaut und ausgefallen waren. „Bei Hadrosaurus mirabilis besitzt nach Cope jeder Oberkiefer 630, jeder Unterkiefer 406 Zähne, also im ganzen nicht weniger als 2072 Zähne."

Der zu diesen Studien und Bildern benutzte Schädel aus der oberen Kreide von Dakota mißt im ganzen 1,18 m, die hintere Breite beträgt 42 cm, die des Schnabels 40 cm. Die Teile des übrigen Skeletts, die schon 1858 bei New Yersey zum Vorschein kamen, weisen auf ein Tier vom Bau und der Größe des großen Iguanodon von Bernissart, die Gesamtlänge war etwa 38 Fuß. Von einem eng verwandten Schnabelsaurier, dem Claosaurus annectens aus der Kreide von Wyoming, hat Marsh das ganze Skelett



Ein Schnabelsaurier der Kreide-Zeit, der Claosaurus annectens.
(Vergl. den gegenüberstehenden Schädel.) Das Skelett restauriert nach Marsh.

zusammengesetzt, sehr ähnlich mag auch der Hadrosaurus ausgesehen haben. Über die späte Kreide hinausgekommen zu sein scheint auch von diesen wahren Schnabeltieren unter den Dinosauriern keines.

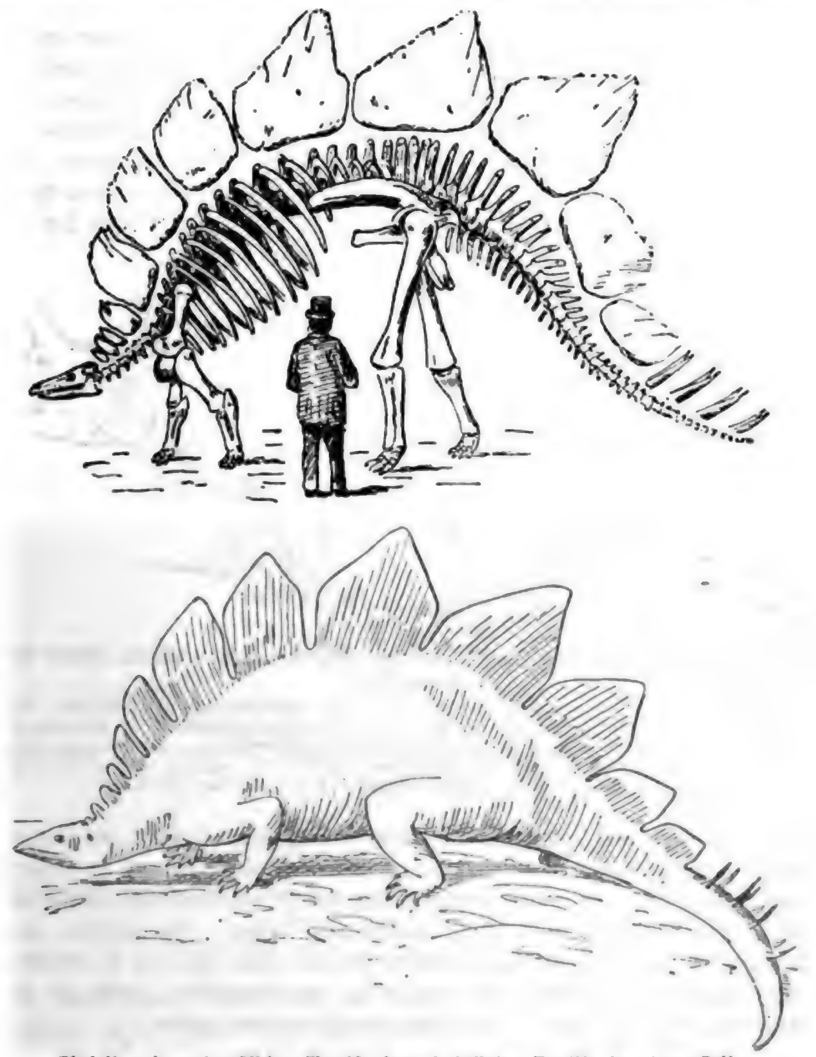
Bei allen bisher geschilderten Dinosauriern spielte die äußere Verpanzerung der Haut entweder gar keine oder doch nur eine höchst untergeordnete Rolle. Es bleibt uns die Darstellung übrig zweier Formen, die auch in dieser Hinsicht nichts zu wünschen übrig lassen und daneben noch besondere Verteidigungsmittel wahrhaft dämonischer Art entwickeln. Es ist, als versuche der Dinosauriertypus, den wir nach- und nebeneinander das

Gebiß des Raubtiers, die aufrechte Stellung des Känguruhs, das Horn des Rhinoceros und den Schnabel des Schnabeltiers annehmen sahen, es nunmehr auch noch mit dem Panzer des Riesengürteltiers, den Stacheln des Igels und der gewaltigen Stirnzier des Ochsen.

Unsere Bilder zeigen den Stegosaurus, wie ihn Marsh im Skelett zusammengefügt und Hutchinson im Umriß ergänzt hat. Er darf unbestritten als das unwahrscheinlichste Geschöpf bezeichnet werden, das je existiert hat. Man stelle sich zunächst wieder ein Reptil von der Länge des großen Iguanodon — also etwa 10 m — vor. Die Hinterbeine sollen auch hier wieder ein tüchtiges Stück länger als die Vorderbeine sein, doch nicht so viel, daß man für gewöhnlich notwendig aufrechten Gang voraussetzen müßte. Dieser wird sogar direkt unwahrscheinlich, wenn man sieht, daß Vorder- wie Hinterpranken breite Hufe an den Zehen tragen, — man wird eine mehr froschartige Bewegung annehmen müssen, bei der alle vier Füße den Boden berührten. Der schlanke, spitze Schädel ist so winzig, daß der Hohlraum für das Rückenmark in der Beckengegend mindestens zehnmal so groß ist wie die Gehirnhöhle. Alle diese Dinge treten aber an Merkwürdigkeit weit zurück gegen die äußere Verpanzerung des Körpers. Der Hals und Nacken trugen paarige Knochenschilder, die, nach hinten sich vergrößernd, den Rücken deckten. Kleine runde Platten schützten die Kehle und die untere Körperseite. Vertikal aber vom Rücken abstehend erhoben sich in der Linie der Wirbelsäule eine Anzahl großer, seitlich zusammengedrückter knöcherner Platten, die einen ungeheuerlichen, durch und durch soliden Kamm bildeten. Da, wo der Kamm auf dem Schwanz aufhörte, folgten auf diesem noch ein paar fürchterliche spitze Stacheln, die bei Schwanzschlägen den Gegner wie Lanzen durchbohrt haben müssen.

Falls bei der Zusammensetzung des Skeletts keine Fehler begangen worden sind, steht uns hier eine Bildung vor Augen, die kaum noch unter den Zweckbegriff gebracht werden kann, da sie das an sich gute Prinzip eines Panzerschutzes gradezu ins Sinnlose übertreibt. Gegen Bisse eines aufspringenden Raubtiers vielleicht vom Megalosaurus-Typus machte dieser Kamm allerdings gefeit; aber auf der andern Seite muß er auch eine Belastung des Körpers unter wunderlichster Schwerpunkt-Verschiebung herbeigeführt haben, die alle Aktion zu lähmen drohte und unwillkürlich immer an die Katastrophe eines umstürzenden Möbelwagens denken läßt, den man nach oben hin zu einseitig bepackt hat. Die meisten Stegosaurusreste, insbesondere die des abgebildeten Stegosaurus ungulatus, stammen aus dem oberen Jura von Colorado in Nord-Amerika. In England war die Gruppe vom Lias an bis in die mittlere Kreide durch die eng verwandte der Scelidosaurier ersetzt. Ein Skelett des Scelidosaurus Harrisoni von über 11 Fuß Länge steht in der Londoner Gallerie. Hier fehlt die abnorme Rückenmarksanschwellung, Leib und Schwanz sind mit einfachen

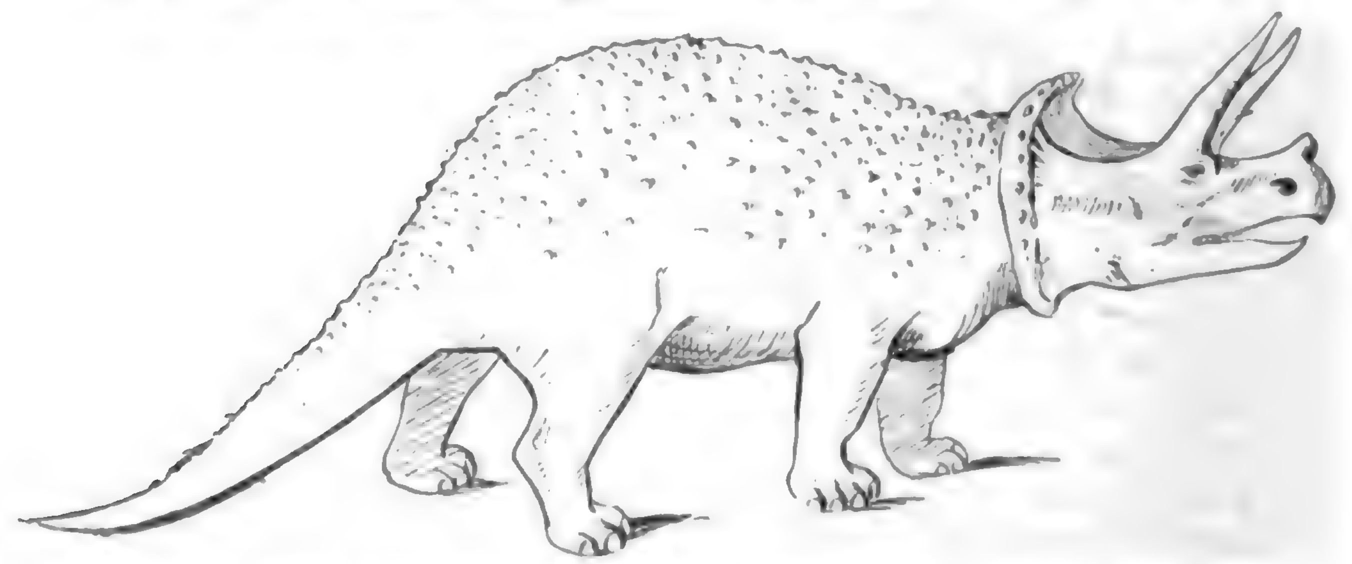
Knochenschildern vollkommen verpanzert, ohne daß eine Spur von dem grotesken Kamm sich zeigte. Offenbar ist also hier ein relativ einfacher Typus gegeben, der erst später in Amerika ins Extrem geriet. Der Über-



Skelett und mutmaßlicher Umriß eines kolossalen Reptils der Jura-Zeit, des Stegosaurus ungulatus.

Das Tier erreichte eine Länge bis zu 10 m. Besonders auffallend ist der winzige Schädel, in dem ein Gehirn liegt, das mindestens um das Zehnfache an Dicke vom Rückenmark in der Beckengegend übertroffen wird, so daß man hier gradezu von einem „zweiten Gehirn" der Schwanzwurzel reden kann. Ebenso seltsam sind die riesigen Knochenplatten des Rückenkammes. Reste des Tieres finden sich in Nord-Amerika. (Nach Hutchinson, Smit und Marsh.)

gang dazu wird einigermaßen sichtbar in dem Hylaeosaurus aus dem deutschen und englischen Wälderthon. Da erscheinen schon zwischen den unvollkommen überlieferten Skeletteilen fast halbmeterlange Stacheln, die auch irgendwie einen doppelten Kamm über den Rücken weg gebildet zu haben scheinen. Der Polacanthus von der Insel Wight macht dann in den allerdings auch nur unsicheren Resten schon förmlich den Eindruck eines Panzerreptils, das gleichzeitig auf diesem Panzer durch Höcker und Stacheln die Wehr eines kolossalen Igels trug. Neben diesen bescheideneren Formen, die jedenfalls den vollen Nutzen von ihrer Rüstung hatten, erscheint der Stegosaurus noch mehr als wirkliche Mißgeburt als das Produkt einer jener erwähnten Hypertrophien, bei denen ein Organ sich so



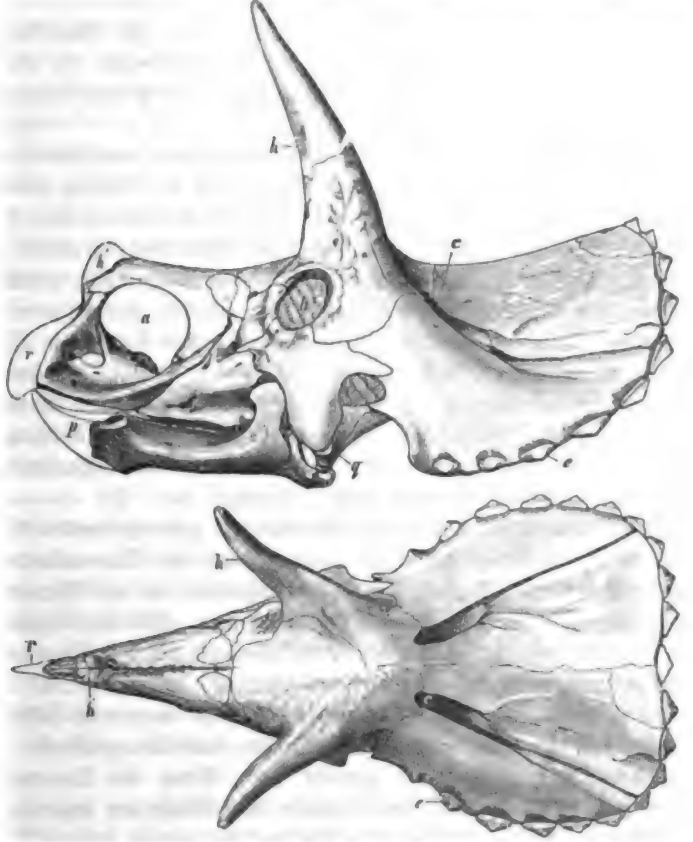
Der dreigehörnte Ochsensaurier (Triceratops prorsus), ein gehörntes Reptil der Kreide-Zeit.

Der Schädel allein hatte eine Länge von über 2 m. Die kolossalen Haupt-Hörner stehen über den Augen, ein kleineres Horn tragen die Nasenbeine. Das Hinterhaupt und die Scheitelbeine verbreitern sich zu einem knochigen Kragen, wie er ähnlich in der gesamten Wirbeltierwelt nicht wieder vorkommt. Die Reste dieser grotesken Saurier finden sich zahlreich in Nord-Amerika, vereinzelt auch in Österreich. (Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit.)

vergrößert, daß es seinem ursprünglichen Zweck schließlich direkt ins Gesicht schlägt. Bei lebhaftem Konkurrenzkampf, besonders unter kleinen, im Kampf ums Dasein tüchtig herumgerüttelten Arten, würde die natürliche Zuchtwahl solche Hypertrophien nicht leicht aufkommen lassen. Ihr müssen jene Kolosse der Sekundär-Periode verfallen sein zu einer Zeit, da sie beinahe ohne achtenswerte Gegner und im Besitz unerschöpflicher, leicht zu erlangender Nahrung waren. Sie sollte ihr Verderben werden.

Zum Abschluß unserer Wanderung durch dieses interessante Dinosaurier-Museum ist uns noch ein ganz isolierter märchenhafter Geselle aufgespart. Den Ochsensaurier möchte man ihn nennen nach der imposanten Hornzier seines Schädels, die das Tier weit vom typischen Bilde eines Reptils entfernt. Völlig eigenartig, wie er dasteht, wird er wohl mit Recht von Marsh als

Vertreter einer besonderen Dinosaurier-Unterordnung angesehen, der der Ceratopsia. Die massiven Skelettknochen und die fast gleich langen, mit breiten Hufen besetzten Vorder- und Hinterbeine verraten einen schwerfälligen, allem Aufwärtsrecken völlig abholden pflanzenfressenden Landsaurier, der



Der Schädel (von der Seite und von oben) des gehörnten Reptils aus der Kreide-Zeit
Triceratops flabellatus.
1/20 der natürlichen Größe. Vergl. das gegenüberstehende Bild. (Nach Marsh.)

von allen seiner Zeit wohl am meisten einem unserer Hufsäugetiere geglichen hat. Unter den verschiedenen Gattungen ist die abgebildete (Triceratops) die kolossalste, der Schädel mißt bis zu acht Fuß. Es war ein überaus wunderlicher Schädel, hinten abnorm breit und vorne abnorm schmal, auf den Stirnbeinen ein Paar kolossale Hörner, die direkt über den Augen heraufstiegen und zweifellos wie bei unsern Ochsen mit Hornscheiden umkleidet waren. Auf den im Alter verschmolzenen dicken Nasenbeinen

ragte ein dritter Knochenzapfen, so daß hier gleichsam Stier und Rhinoceros in einem Kopf paradierten. Das Maul zeigt wie bei Iguanodonten vorne wieder eine Art regelrechten Schnabels, doch mehr dem Papagei als der Ente ähnlich. Dahinter kommen dann auch hier kräftige Zähne, und zwar seltsamerweise solche mit zwei Wurzeln, was im Reptilienstamme höchst absonderlich wirkt. Die Gehirnhöhle ist winzig über alle Begriffe. Der Hinterkopf verbreiterte sich dafür zu einer Art Knochenkragen, für den abermals jede Analogie bei andern Wirbeltieren fehlt. Der Körper scheint solid verpanzert gewesen zu sein.

Die Ochsensaurier stammen aus der obersten Kreide von Nord-Amerika und (in vereinzelten Resten) Österreich (Neue Welt bei Wiener-Neustadt). Mit ihnen schließt vorläufig die wechselreiche Kette der Dinosaurier ab. So absonderliches man in dieser Musterkarte grotesker Lindwürmer zu sehen bekommt: einen Aufschluß über ihre Herkunft erhält man nicht. Sie sind in der Trias auf einmal da, erfüllen Europa wie Nord-Amerika zwei lange Erdepochen hindurch mit ihren kolossalen Leibern, erscheinen in zahlreichen Anpassungen, überbieten sich in Waffen und Dimensionen bis zur Sinnlosigkeit — und verschwinden mit dem Umschwung von der Kreide zum Tertiär wie ein grausiger Spuk aus der Mitternachtsstunde der Erdentwickelung spurlos .... ein seltsames Schauspiel, das zum tiefsten Nachdenken anregen muß. Erwägt man ihre anatomischen Merkmale, die oben nur im äußerlich Auffälligsten gestreift werden konnten, genauer, so scheint vieles dafür zu sprechen, daß der Stammbaum auch dieser Reptilordnung nahe bei der Stelle abzweigt, wo die Theromorpha (Säugerreptile) sich von den Schnabelköpfen trennen. Will man Hypothesen spinnen, so kann man ihn auch noch höher oben erst aus den Theromorphen selbst herauswachsen lassen. Interessant wäre es, wenn sich das letztere einmal sicher nachweisen ließe. Dann nämlich hätte man wohl sichtbarlich vor Augen, daß an dieser Ecke der wichtigste, fortbildungsfähigste Zweig der Reptilien überhaupt damals geblüht hat. Denn die Theromorphen stehen, wie wir gesehen haben, den Urahnen der Säugetiere wahrscheinlich nahe. Zwischen gewissen Dinosauriern aber und der zweiten höheren Wirbeltierklasse, der der Vögel, besteht ebenfalls ein geheimnisvoller Zusammenhang, der zwar noch in tiefem Schatten liegt, aber eines Tages noch erstaunliche Dinge uns enthüllen könnte. Doch davon unten mehr. Bleiben wir einstweilen noch im Reptilienkreise und machen wir hier erst das Bild ganz rund, ehe wir jene neuen Probleme ins Auge fassen.

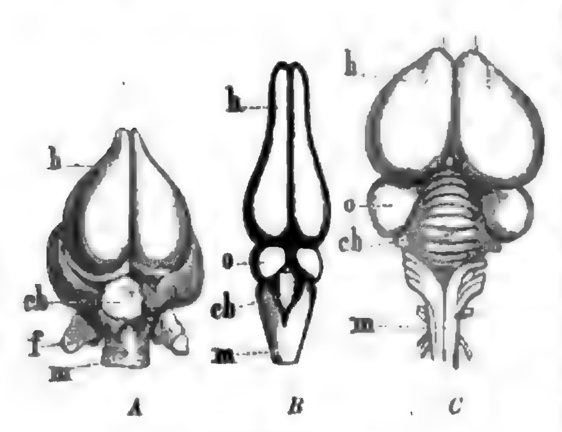
Echte Eidechsen (Lacertilia) sind aus dem Jura bisher nicht bekannt geworden, die ersten zweifelhaften Reste liegen in der Grenzschicht von Jura und Kreide (Macellodon). Schlangen fehlen ebenfalls noch vollkommen. An Schildkröten war dagegen in den ausgedehnten Meeren der Zeit kein Mangel. In der Umgegend von Solothurn in der Schweiz liegen sie zu

vielen Hunderten beisammen, wobei sich nicht weniger als 14 Arten unterscheiden lassen, die meisten von ziemlicher Größe und massivem Schalenbau. Kleine, dünnschalige Gattungen liefert der Solenhofener Schiefer. Viel Neues über den Stammbaum lehren aber alle zusammen nicht, und es bedarf keines längeren Verweilens. Denn noch steht uns ein sehr viel wunderbareres Kapitel aus der Naturgeschichte der Jura-Reptilien bevor. Wir haben diese Reptilien gesehen, wie sie in Gestalt gewaltiger walfischähnlicher Fischsaurier und meerbewohnender Urgaviale den Ocean von Franz Josephsland am Nordpol bis nach Chile und Neu-Seeland auf der Südkugel räubernd durchschwammen. Wir haben sie kriechend, watschelnd, hüpfend, vielleicht auch kletternd in den Cykadeen- und Nadelholzwäldern der englischen, belgischen und amerikanischen Binnensee-Ufer beobachtet, wo ihre Lasten sich bald wie wandelnde Häuser türmten, bald der zierliche Bau die heutige Springmaus vorzubilden schien. Die Herren der Erde durften wir sie nennen. Aber zur Erde gehört neben Wasser und Land auch noch die Luft. Der kleine, aber formenreiche und energische Stamm der Insekten war es zuerst gewesen, der das Kunststück löste, sich auf leichter Schwinge in die freie Atmosphäre hinauf zu erheben. Schon im Devon sahen wir die große Eintagsfliege. Im Kalkschlamm von Solenhofen liegen in Menge besonders die Libellen, die dort mit ihren silberblauen Zitterflügeln im Sonnenlicht über die flachen Buchten hingegaukelt sein müssen genau so, wie sie etwa heute den einsamen Kahnfahrer im weltabgeschiedenen grünen Spreewalde unablässig umflattern. Aber die Insekten sollten sich ihres Ruhmes nicht unbestritten freuen. Aus dem Reptilienstamme erwuchs ihnen die erste Konkurrenz, und zwar sogleich, wie bei diesem gefräßigen, spitzzähnigen Räubervolk zu erwarten war, eine äußerst gefährliche.

Im Jahre 1784 beschrieb Collini aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt ein völlig zweideutiges kleines Monstrum, das alsbald zu den lebhaftesten Kontroversen Anlaß geben sollte. Der Entdecker selbst kündigte es als „unbekanntes Meertier“ an. Blumenbach meinte, es möchte wohl ein Wasservogel sein. Der Scharfblick des großen Cuvier aber faßte das Richtige: er erkannte ein „reptile volant“, ein fliegendes Reptil, das er Pterodactylus nannte, zu deutsch so viel wie Flugfinger (pteron = Flügel, dactylos = Finger). Trotz einiger verunglückter Versuche, das fragliche Wesen noch einmal zum Säugetier (zur Fledermaus oder gar zum Meersäuger) zu stempeln, hat Cuviers Ansicht sich im allgemeinen volles Bürgerrecht in der Paläontologie erworben. Nur daß man einsehen gelernt hat, daß die engere Einordnung als „fliegende Eidechse“ sich nicht halten lasse, sondern daß es sich hier um eine besondere Reptilordnung, gleichwertig mit Eidechsen, Dinosauriern, Schildkröten u. a. handle: nämlich die Ordnung der Flugsaurier (Pterosauria). Heute besitzt man auf Grund zahlreicher Funde, besonders aus Solenhofen und aus Nord-Amerika,

eine sehr gute Vorstellung vom äußeren Bau der Tiere und unterscheidet mehrere Familien. Für Rätsel ist aber immer noch gesorgt, sobald ihre gespenstische Fledermausgestalt am Horizont auftaucht.

Kein Zweifel, daß wir es mit Tieren zu thun haben, die nach Art der Fledermäuse auf Hautschwingen durch die Luft flatterten. Der gesamte Körperbau steht im Banne dieser Grundveranlagung. Der Rumpfteil des Skelettes zeigt durchaus den Reptilientypus. Manche Details gemahnen an die Krokodile, andere (z. B. die vollentwickelten Bauchrippen) an die Schnabelköpfe. Auch der Schwanz und die bekrallten Hinterbeine bleiben noch durchaus innerhalb dieses Rahmens. Daß die Wirbel und Knochen hohl (pneumatisch) sind, haben wir bereits im Dinosaurierstamm als gangbares Erleichterungsmittel bei sonst überschwerem Körperbau gefunden. Die eigentlich individuellen Wunder der Pterodaktylen beginnen, wenn man Kopf und Vorderbeine ins Auge faßt.



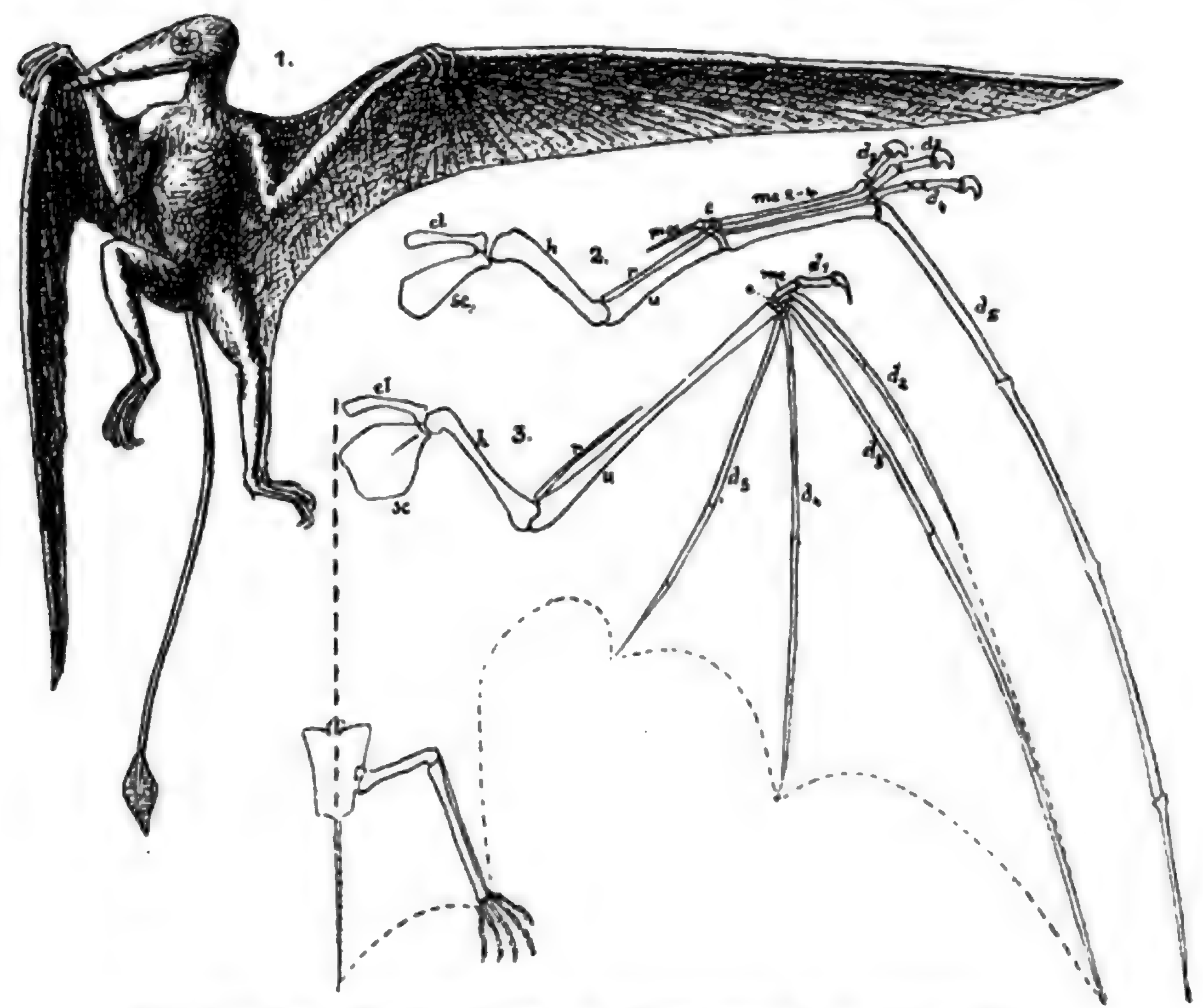
Drei Gehirne von Flugeidechse (Jura-Zeit), lebender Eidechse und lebendem Vogel.

Den Gehirn-Umriß des ausgestorbenen Tieres gewann man durch Ausguß der Gehirnhöhle. Das Auffallende ist, daß das Gehirn des alten Flugreptils *(A)* sehr viel ähnlicher dem des Vogels (Truthahn, *C*) ist als dem der Eidechse *(B)*. Bei der Eidechse *(B)* ist das große Gehirn *(h)* von dem kleinen *(cb)* scharf getrennt durch die sogenannten Sehhügel *(o)*. Beim Flugsaurier und Vogel werden die Sehhügel überdeckt und Groß- und Kleinhirn grenzen direkt aneinander. Solche Analogien, die wahrscheinlich auf eine bestimmte, an zwei Stellen durch gleiche Lebensweise hervorgerufene Anpassung des Centralorgans hindeuten, sind von hohem Interesse, beweisen aber direkt nicht das mindeste etwa für eine wirkliche stammesgeschichtliche Ableitung der Vögel von den Flugeidechsen.

Der Schädel hat etwas ganz unverkennbar Vogelähnliches. Senkrecht zur Wirbelsäule wird er getragen, die Nähte der Knochen sind nahezu verwischt, die gerundete Hirnschale und die spitze Schnauze gemahnen ebenfalls durchaus an Vögel. Das Gehirn, das uns der Gipsausguß der Hirnhöhle verrät, entspricht mehr dem der Vögel als etwa dem der Eidechsen. (Vergl. das Bild.) Allerdings tragen die Kiefern bei den bekanntesten Arten kräftige Zähne in tiefen Höhlen, aber es giebt auch völlig zahnlose Arten, die also einen regelrechten Schnabel besitzen, — ganz abgesehen davon, daß man ja auch Vögel mit Zähnen (z. B. den ausgestorbenen Hesperornis) kennt.

Bei den Vorderbeinen wiederum tritt uns eine Bildung entgegen, die man eher bei Säugetieren, und zwar bei den Fledermäusen sucht. Wie bei diesen ist die Hand in einer charakteristischen Weise verwertet, um eine von den Hinterbeinen zum Leibe parallel aufsteigende und dann sichelförmig ausgedehnte Flughaut zu stützen. Im Detail ist die Art, wie das gemacht wird, beim Flugsaurier allerdings eine wesentlich andere als bei der Fledermaus. Der Leser betrachte unser beigefügtes Bild, das hier sehr instruktiv

wirkt. Er gewahrt links bei Fig. 1 einen ganzen Flugsaurier (aus der Gattung Rhamphorhynchus), wie ihn Zittel nach nahezu unzweideutigen Solenhofener Abdrücken rekonstruiert hat. Rechts sieht er oben den Flugarm des Sauriers (Fig. 2), unten den einer Fledermaus (Fig. 3). Da die



Drei Figuren zur Veranschaulichung des Flug-Apparates der Flugsaurier der Jura- und Kreide-Zeit.

Links *(1)* ein ganzes Tier (Rhamphorhynchus), genau rekonstruiert nach den im lithographischen Schiefer von Eichstätt-Solenhofen erhaltenen Abdrücken von Zittel. Rechts oben *(2)* das Skelett des Vorderbeins eines solchen Sauriers, unten *(3)* das Skelett des Vorder- und Hinterbeins einer Fledermaus. Über die Details nergleiche den Text. Die Buchstaben bedeuten in beiden Figuren:

sc Schulterblatt.	*r* Speiche.	mc_1 Rest des Daumens bei dem Flugsaurier.
h Oberarm.	*c* Handwurzelknochen.	d_{1-5} Finger; bei der Fledermaus ist d_1 der Daumen.
u Elle.	*mc* Mittelhandknochen.	

Buchstaben in beiden Figuren dasselbe bedeuten, ist das Verwandte wie das Abweichende leicht zu erkennen. Oberarm und Unterarm bleiben sich noch relativ ähnlich. Dann aber sehen wir bei der Fledermaus an die kurze Handwurzel *c* die fünf Mittelhandknochen und Finger (d_{1-5}) sich in der

Weise angliedern, daß der Daumen (*d*1 mit kurzem Mittelhandknochen *mc*) außerhalb der Flughaut bleibt, während die vier anderen Finger samt ihren langen Mittelhandknochen als *d*2—5 die Flughaut ähnlich wie das Gerüst in einem Regenschirm tragen und spannen. Bei dem Flugsaurier (oben) dagegen sehen wir auf die ebenfalls kurze Handwurzel *c* zunächst eine lange, geschlossene, nur gleich dem Arm unten an die Flughaut stoßende Mittelhand aus vier Mittelhandknochen folgen. An diese schließen sich zunächst drei stark bekrallte Finger, deren erster aber nicht der Daumen, sondern der Zeigefinger (*d*2) ist. Sie bleiben außerhalb der Flughaut wie bei der Fledermaus der wirkliche Daumen. Der einzige Stützpunkt dieser Haut ist von seiten der Finger der sogenannte kleine Finger (*d*5), der aber hier in Wahrheit der allergrößte, unverhältnismäßig verlängerte ist. In seinem Knochenbau ist er wesentlich kräftiger als die anderen und schon sein Mittelhandknochen in dem Stück *mc*2—4, der ihn trägt, ist ebenso begünstigt, wie das Bild deutlich zeigt. Der Leser wird, wenn er so weit gefolgt ist, nun bloß noch vermissen, wo denn der Daumen der Saurier-Hand steckt. Über ihn besteht mancherlei Streit. Wahrscheinlich sehen Zittel und Marsh mit Recht ein Rudiment von ihm in dem kleinen, rückwärts gewandten Knöchelchen *mc*1, das zuerst als „Spannknochen“ beschrieben wurde und nach H. von Meyers Ansicht das kurze Stück Flughaut oben zwischen Hand und Schulter stützen half.

Über die Ausdehnung der Flughaut hat man sich auch vielfach herumgestritten und, durch Analogie mit den Fledermäusen (die doch, wie man sieht, so ganz andere Stützmittel haben) verleitet, äußerst irrige Rekonstruktionsversuche gemacht, die noch jetzt viele Bücher entstellen. Im lithographischen Schiefer von Eichstätt-Solenhofen sind zur rechten Stunde unverkennbar treue Abdrücke der Flughaut selber zu Tage gekommen, so daß jetzt sicher feststeht, wie ihr Verlauf und Umfang waren. „Sie hat geringe Breite,“ so beschreibt sie Zittel nach genauestem Detailstudium, „und bildet einen zugespitzten, schmalen, schwalben- oder möwenähnlichen Flügel, welcher lediglich vom verlängerten kleinen Finger getragen wird und sich am Rumpf anheftet, jedoch ohne daselbst eine Hautverbreiterung zu bilden. Die Flugmembran hat in ihrer Beschaffenheit am meisten Ähnlichkeit mit der Flughaut von Fledermäusen. Sie zeigt eine Anzahl gröberer Längsfalten und außerdem feine, in ziemlich engen Zwischenräumen stehende, fast gradlinige Streifen, die anfänglich den Fingergliedern parallel laufen, dann aber sich in spitzem Winkel dem Außenrande nähern. Diese feinen Streifen dürften Abdrücke von Sehnen darstellen, die den elastischen, aus feinsten Fasern zusammengesetzten Balken und Strängen der Fledermausflughaut entsprechen. Die Flughaut erstreckte sich wahrscheinlich als ein schmaler Saum bis zu den Hinterbeinen, die übrigens zum Teil frei aus der Haut hervorragten. Am hinteren Ende des Schwanzes von Rhampho-

rhynchus beobachtete Marsh eine kleine schaufelartige Ausbreitung der Haut. Haare oder feine Schuppen auf der Flughaut haben sich niemals erhalten, doch läßt sich daraus deren Abwesenheit nicht mit Sicherheit behaupten."

Früher war es bisweilen für Thatsache genommen worden, daß die Flugsaurier behaart gewesen seien. Sollte etwas derart wirklich noch einmal nachgewiesen werden, so würde es einen großen Umschwung in unserer ganzen Auffassung von der Gruppe hervorrufen müssen. Ein behaartes Tier hat, wie im vorigen Kapitel schon einmal gestreift wurde, andere Mittel zur Eigenwärme. Hand in Hand mit der Befiederung und Behaarung ging die große Umwandlung von statten, die das Säugetier und den Vogel endgiltig vom Reptil trennte. Es liegt keinerlei Grund vor, die Flugreptile irgendwie in die direkte Kette dieser Entwickelung einzuordnen. Sie sind wohl sicher nicht die Ahnen der Fledermäuse und auch nicht die der Vögel. Über den Ursprung der Säuger ist schon früher gehandelt, — den der Vögel werden wir gleich kennen lernen. Beidemal paßt nichts schlechter dazu als ein so grotesker Geselle wie der Pterodaktylus oder Rhamphorhynchus. Aber die Frage ist in neuerer Zeit allen Ernstes aufgeworfen worden, ob nicht mit diesen Flugsauriern zeitweise ein unabhängiger Ansatz zu einer dritten höheren Klasse, parallel zu Säugern und Vögeln, über den Reptilienstamm hinaus gegeben gewesen sei. Verfechter der Hypothese ist eine Autorität auf diesem Gebiet, Seeley. Seeley sieht in Pterodaktylus und seinen Verwandten die Vertreter einer besonderen Wirbeltierklasse, der Saurornia, die neben Reptilien, Säugern und Vögeln stände, am relativ nächsten sich aber letzteren anschlösse. Dabei nimmt er den Pterodaktylus als ein warmblütiges Tier, das zwei getrennte Herzkammern besaß wie die Vögel und gleich diesen seine hohlen Knochen mit warmer Luft füllte. Grade diese Eigenschaften, die ja bestanden haben können, sind aber aus den Skeletten nicht zu beweisen, und das Skelett selber zwingt nicht zu einer so fundamentalen Trennung vom Reptilienstamm. Seeley's Ansicht ist daher, wie begreiflich, vorläufig nicht durchgedrungen, sie ist aber gewiß interessant genug, um eine Erwähnung zu verdienen.

Einzelne Eigenschaften, die den Flugsaurier so vogelähnlich machen, können auf Anpassung an gleiche Lebensverhältnisse zurückgeführt werden. Ist es ein Wunder, daß der Flug durch die Luft, die Jagd auf die schnellen, scheuen Insekten der freien Höhe mehr Intelligenz allmählich ausbilden, also das Gehirn vogelähnlicher gestalten mußten als das träge Abweiden ewig neu sprießender Uferpflanzen durch die ungeschlachten Dinosaurier?

Das ideale Terrain zum Studium dieser sonderbaren Fledermaus-Reptilien ist derselbe lithographische Schiefer, der den kleinen Springsaurier Compsognathus uns erhalten hat. Daß eine solche landlebende reptilische

Springmaus in den konservierenden Kalkschlamm des Seewassers geriet, war wohl nur ein Ausnahmefall. Die ebenfalls durchweg kleinen Pterodaktylen aber werden immerzu gleich den heutigen Fledermäusen ihre Gespensterschatten über die blauen Meeresbuchten haben hinschweben lassen, auf der Jagd nach den großen Libellen, die so zahlreich in die Schichten eingebettet liegen. Kein Wunder, wenn sie gelegentlich krank oder in Kämpfen verwundet direkt ins Wasser fielen und dort in Menge einbalsamiert wurden. Ihr eigentlicher Wohnsitz, zum Schlafen und vielleicht auch zum Eierlegen, wird gleichwohl das feste Land gewesen sein, wahrscheinlich Fels-



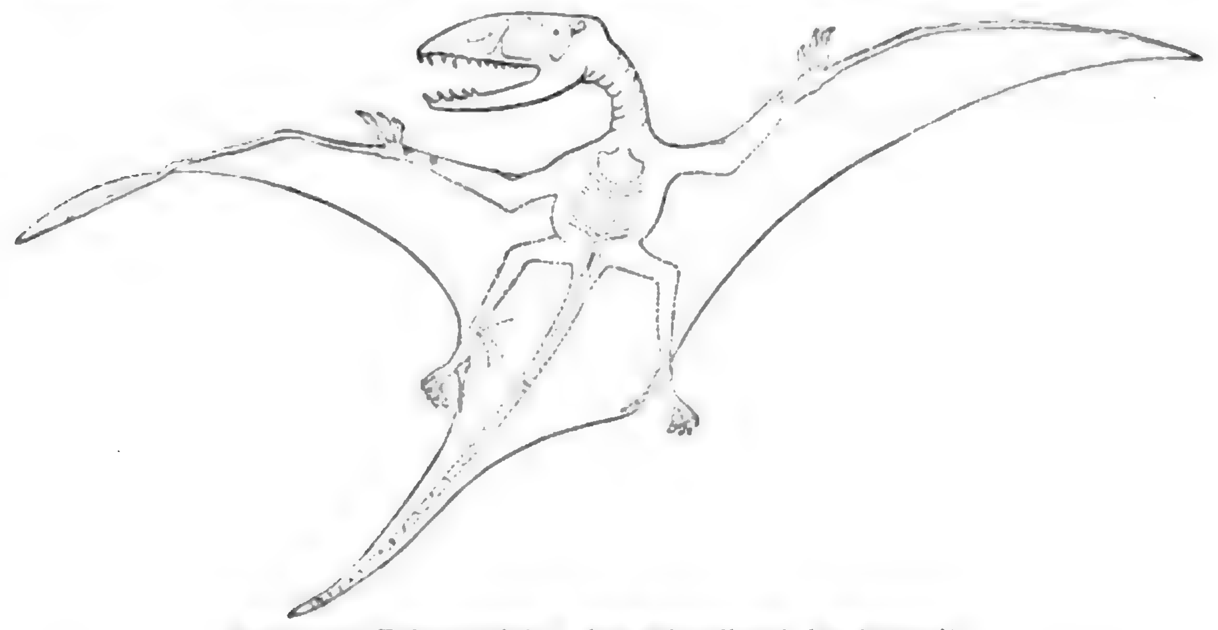
Eine Flugeidechse der Jura-Zeit:
der Pterodactylus elegans aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt.
(Natürliche Größe.)

Das wunderliche Geschöpf war kaum viel größer als eine Lerche. Über die Art, wie an dem langen Flugfinger die Flughaut befestigt war, giebt die Rekonstruktion (nach Zittel) auf S. 483 Aufschluß. Man bemerkt auch an diesem Skelett wieder, wie prachtvoll der lithographische Schiefer zu konservieren wußte. Doch kommen hier durchweg nur die relativ kleineren Arten vor, die Riesen der Ordnung (Pteranodon mit 6 m Spannweite) liegen in Nord-Amerika.

klüfte, zu denen sie heranflattern und in die sie mit Hilfe ihrer Klauen leicht tief hineinklettern konnten.

Die meisten der Solenhofener Arten sind klein. Es sind Tiere dabei von der Größe eines Sperlings oder einer Lerche, die sicherlich nur von der Jagd auf Insekten gelebt haben, obwohl ihr Gebiß relativ kräftig war. Aber daneben kommen doch auch stattlichere Formen bis zu den Dimensionen eines Adlers vor, von denen sehr wohl denkbar ist, daß sie den Zwergarten des eigenen Geschlechts, den winzigen Springsauriern und den Urvögeln vom Schlage des Archaeopteryx (wovon gleich mehr) nachgestellt haben mögen. Zwei Hauptgruppen liefert der lithographische Schiefer: den eigentlichen Pterodaktylus mit kurzem Schwanz und den Rhamphorhynchus

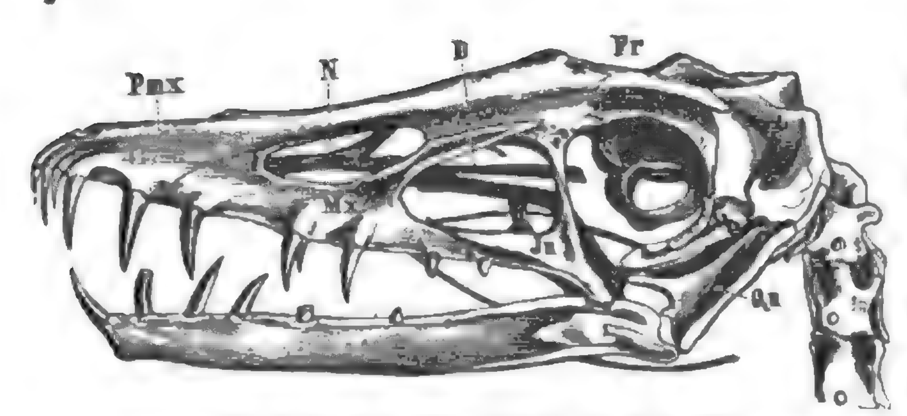
(Schnabelschnauze), dessen langen, am Ende blattförmig erweiterten Schwanz das Bild S. 483 zeigt. Eng zu Rhamphorhynchus gehören die stumpfschnauzige Gattung Dimorphodon aus dem englischen Lias und die sehr bekannte Scaphognathus. Das viel abgebildete, aber in den geologischen Bilderbüchern meist als angeblicher Pterodactylus crassirostris vollkommen irrig rekonstruierte Exemplar, auf das die letztere Gattung aufgebaut ist, stammt aus Solenhofen und steht jetzt im Bonner Museum — es besaß wie alle anderen Pterosaurier nur drei freie Krallenfinger außerhalb der Flughaut (das rückwärts gekehrte Daumenrudiment zählt nicht), während die gangbare, als schwarze Silhouette gezeichnete Goldfuß'sche Rekonstruktion



Versuch der Rekonstruktion einer Flugeidechse der Jurazeit:
Dimorphodon macronyx *Owen*
aus dem unteren Lias von Lyme Regis (England) nach den erhaltenen Resten wiederhergestellt von Richard Owen.
Das ganze Tier hatte etwa die Größe eines Raben.

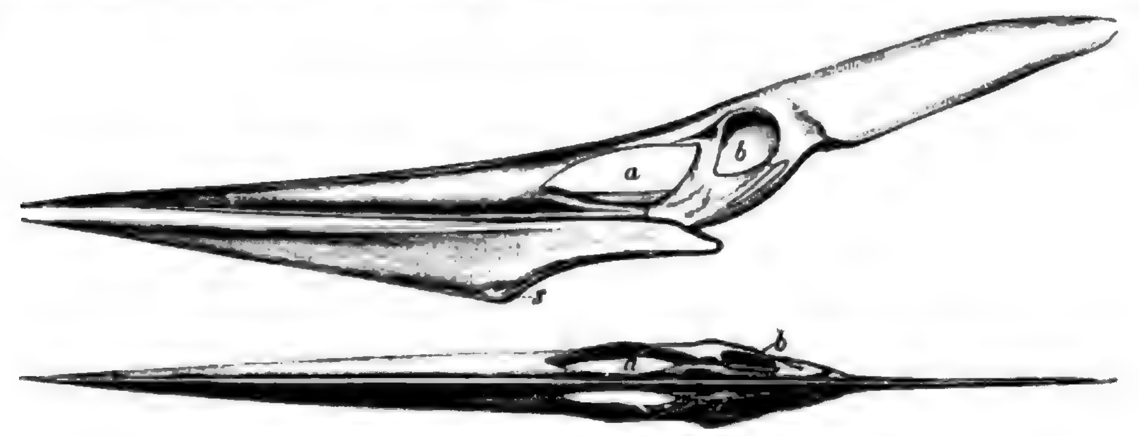
ihm vier zuschreibt, und als Verwandter des Rhamphorhynchus wird es wohl auch dessen langen Schwanz nachgeschleppt haben. Selten ist in der Litteratur ein verfehltes Bild so hartnäckig mitgeschleift worden wie dieser Bonner Pterodaktylus, der, von Lehrbuch zu Lehrbuch vererbt, das zähe Leben traditionell gewordener Irrtümer bewährt hat. Unsere umstehende Figur zeigt nur den richtigen, prächtig erhaltenen Kopf in natürlicher Größe.

Die ältesten Pterodaktylenreste — ein paar Abdrücke loser Flugfinger — liegen in der obersten Trias. Im Jura scheinen besonders die kleinen und mittelgroßen Arten geblüht zu haben. Aus der Kreide, mit der die Verbreitung abschließt, sind zuerst in England riesige Formen mit einer Flügelspannweite von 15—18 Fuß zu Tage gekommen, so der Ornithocheirus giganteus aus der weißen Kreide von Kent. Dann hat Marsh in der mittleren Kreide von Smoky Hill (Kansas, Nord-Amerika) eine ganze



Der Kopf einer Flugeidechse der Jura-Zeit,
des Scaphognathus crassirostris von Eichstätt.
(Natürliche Größe. Aus dem Bonner Museum.)

Katakombe solcher durchweg kolossalen Arten ausgeschachtet, — das Yale-Museum in New-Haven beherbergt Reste von über 600 Individuen. Darunter ist der Pteranodon longiceps mit einem Schädel von 3/4 m Länge, wozu eine Flügelspannweite bis 6 m kommt. Ein Blick auf das Bild zeigt, daß der Schädel zu den absonderlichsten gehört, die man sich denken kann. Er ist überaus zart gebaut und in einer ganz abnormen Weise oben zu einem Kamm zusammengepreßt. Die Kiefern sind hier wie bei sämtlichen nordamerikanischen Kreideformen absolut zahnlos, also echte und rechte Schnäbel. Über den Stammbaum der Flugsaurier läßt sich zur Zeit durchaus nichts Sicheres sagen, nicht einmal die Anknüpfung an die Schnabel-



Der Schädel eines zahnlosen Flugsauriers aus der mittleren Kreide von Kansas in Nord-Amerika:
des Pteranodon longiceps in 1/8 natürl. Größe nach Marsh.
Oben sieht man den Schädel von der Seite, unten von oben. *a* bedeutet die Nasenöffnung, *b* das Auge. Der Schädel ist 0,76 m lang, gehörte also einem gewaltigen Tiere an.

köpfe ist über die ganz vage Hypothese hinauszubringen. Ohne Vorfahren tauchen sie für uns auf, ohne Nachkommen verschwinden sie. Vergebens fragt man sich, warum eine offenbar äußerst glückliche Anpassung sich doch nicht erhalten konnte. Die späteren Versuche im Säugerreich (Fledermaus, Flugbeutler, Flughörnchen u. a.), die wir heute fest eingebürgert sehen, sind durchweg viel stümperhafter. Der Vogel allerdings hat das Problem entscheidend und weit über Reptil wie Säugetier weg gelöst. Aber warum konnte der Flugsaurier sich nicht neben ihm erhalten? In den amerikanischen

Kreideschichten, wo die zahnlosen Pteranodonten liegen, tauchen bereits große, zahnbewehrte Vögel auf. Soll man sich denken, daß sie selbst den reptilischen Sechsmeter-Riesen der Luft irgendwie überlegen waren und unter ihnen rasch aufräumten wie ein Raubvogel im Taubenschlag?

Dem Gehirn nach sicherlich der höchstentwickelte Stamm aller echten Reptilien der Sekundär-Zeit, wären die Pterodaktylen so ein Opfer geworden einer Gruppe von Wirbeltieren, die wir mit Recht gegenüber Fischen, Lurchen und Reptilen als Mitvertreter der höchsten Wirbeltierstufe unmittelbar neben den Säugetieren anzusehen pflegen. Und doch war auch dieser hochgegipfelte Ast der Vögel selbst ursprünglich nichts anderes als ein Sproß der Reptilien. Unzweideutige Funde lehren es uns. Sie fallen wenigstens zum Teil noch in die Jura-Epoche, von der wir reden, und fordern eine ausführliche Darlegung, die ein ganz neues Blatt der organischen Entwickelung aufrollen darf.

Der Vogel ist heute einer der wichtigsten, einer der aufdringlichsten organischen Typen der Erde. Wie viele Säugetiere, Reptile, Amphibien, wirbellose Tiere kann man aus den Landschaften unserer gemäßigten Zone sich wegdenken (alle, möchte man fast mit Ausnahme des Menschen sagen), ohne daß eine solche Lücke entstände wie durch den Verlust des Vogels. Die pfeilschnell ab- und zuschießende Schwalbe im Dorf, der einsam kreisende Raubvogel über dem weiten Kiefernforst, der klopfende Specht, der von fern rufende Kuckuck, die Nachtigall des schwülen Sommerabends — würde die Natur nicht einzig noch wie ein Gebild aus Stein, Pflanze und Menschenwerk erscheinen, wenn sie fehlten? Auf weiten Strecken der Erde wird der Vogel sogar der letzte Vertreter des Organischen überhaupt: über die blaue Öde des Weltmeers streicht in majestätischem Fluge der Albatros, die Schnee-Einsamkeit des Chimborasso belebt der Kondor, in der Moossteppe Sibiriens wie auf den eisumstarrten, auch des letzten Pflanzenwuchses baren Inseln des Pols erzittert die Luft vom Geschrei ungezählter Millionen von Sumpf- und Schwimmvögeln. Einer der glänzendsten Anpassungseffekte der Natur liegt hier offenbar vor. In seine Bedingungen einen Einblick zu gewinnen ist dabei relativ leicht; denn wie groß der Abstand etwa von einem Strauß zum Kolibri, von der Fettgans zur Schwalbe sein mag: im Prinzip sind sich alle Vögel höchst ähnlich, und es giebt keine Klasse der Wirbeltiere, die so glatt in sich geschlossen wäre. Das sinnfälligste äußere Merkmal ist das Federkleid. Aber es ist nur ein Einzelglied in dem wunderbaren Kunstwerk, das der Vogel im ganzen darstellt. Hand in Hand mit seiner Ausbildung geht eine im Reptilienstamm noch nicht klar entwickelte Teilung des Herzens in zwei Hauptkammern (also mit den schon dort vorhandenen beiden Vorkammern in vier Räume), eine extreme Ausbildung der Lunge, die hier zugleich als Luftapparat für die hohlen (pneumatischen) Knochen wirkt und so dem Körper die Hilfsmittel

eines Luftballons leiht, und endlich eine dem Fliegen und Laufen entsprechende ganz einzigartige Gestaltung der Vorder- und Hinterbeine.

Diesem vollkommenen Typus gegenüber ist das Reptil — man denke sich etwa eine Eidechse — entschieden ein ganz überwundener, niedrigerer Typus. Es fragt sich nur, ob wir geschichtlich nicht doch beide miteinander verknüpfen können. Wir haben gesehen, daß ausgestorbene Reptilordnungen bereits einzelne Eigenschaften entwickelten, die wenigstens vogelähnlich waren. Wir fanden bei Dinosauriern den aufrechten Gang, der den Hinterfuß notwendig ähnlichen Anpassungen unterwerfen mußte, wie sie die Vögel besitzen, die alle und ausschließlich auf den Hinterbeinen laufen. Wir fanden bei Dinosauriern wie Pterodaktylen pneumatische Knochen, und bei den Pterodaktylen eine bereits zum Flugwerkzeug geformte Hand und ein vogelähnliches Gehirn. Trotzdem scheint es gewagt, unmittelbar von Dinosauriern oder gar Pterodaktylen den Vogeltypus ableiten zu wollen. Der Flugapparat des Pterodaktylus ist bei aller Verschiedenheit dem Fledermausflügel sehr viel ähnlicher als der Vogelschwinge, und der aufrechte Gang der Dinosaurier gemahnt stärker an Känguruh und Springmaus als an den Strauß. Der Schnabel des Vogels ist uns dann allerdings wieder ganz ähnlich bei Reptilen begegnet. Aber auch das braucht auf kein Abstammungsverhältnis zu deuten, da wir einen Schnabel auch bei den niedrigsten Säugetieren durch parallele Anpassung erworben sehen. Über die Möglichkeit einer Umbildung der Reptilschuppe in die Vogelfeder läßt sich auch nur ganz vage streiten, klar zu machen ist der Vorgang vorläufig durchaus nicht, obwohl dem Gedanken gewiß nichts direkt im Wege steht. So würden wir einstweilen noch traurig in der Irre pilgern, hätte nicht die Paläontologie diesmal ausreichendes Material besonderer Art reserviert. Zwischen Reptil und Vogel stellt sie uns im Rahmen der Jura-Zeit den Reptilvogel, ein Mischgeschöpf aus beiden, das sehr viel helleres Licht auf den entwickelungsgeschichtlichen Zusammenhang wirft, als alle Dinosaurier und Pterodaktylen vermochten.

Es war in der denkwürdigen Zeit, da Charles Darwin eben sein Buch über die „Entstehung der Arten“ der Kritik der Mitforscher unterbreitet hatte. Noch wagte sich keiner recht zu äußern, schwüle Stille vor dem Sturm herrschte, aber im engeren Kreise empfand man gleichwohl dumpf, daß etwas kommen werde. In diese Tage fiel die Kunde von einer Entdeckung, die im Solenhofener Schiefer gemacht worden war und angethan schien, wie ein hallender Posaunenstoß in diese abwartende Ruhe hineinzudröhnen, — als ein Ruf der Thatsachen, die der kühnen Theorie zur rechten Stunde helfend wie Athene ihrem Odysseus zur Seite treten wollten. Schon im Jahre 1860 hatte man in Solenhofen den Abdruck einer einzelnen Feder gefunden. Es war eine echte und rechte Vogelfeder. Eine Vogelfeder aus dem Jura! Das gab zu denken. Aber noch bewies es allein

nichts über die seltsame Art dieses Vogels. Wenn eines Tages ein Strauß oder eine Taube dort zu Tage kam, wie anderswo Kiefern von Beuteltieren sich gezeigt hatten, so mußte man eben das Auftreten der Vögel gleich dem der Säugetiere überraschend weit zurückdatieren, — aber über ihren Ursprung hatte man nichts gelernt. Es sollte anders kommen. Bereits im nächsten Jahre, 1861, lief die Nachricht durch die Zeitungen, daß auf der Langenaltheimer Haardt bei Solenhofen der Abdruck eines wirklich mit Federn bekleideten Geschöpfs der Jura-Zeit entdeckt worden sei. Der glückliche Besitzer, der Arzt Ernst Häberlein in Solenhofen, bot das geheimnisvolle Fossil für einen Riesenpreis zum Kaufe aus, gestattete aber zunächst keine Kopie. Der Paläontolog Oppel bekam es als erster Fachmann zu Gesicht. Er fand eine Platte mit Resten eines Geschöpfes etwa von Krähengröße, ein seltsam wirres Bild, auf dem sich aber immerhin große Flügel, ein für einen Vogel ganz abnormer, vielwirbeliger Schwanz mit je zwei Federn an jedem Wirbel und ein echter Vogelfuß unterscheiden ließen. Der Schädel fehlte, und alles Vorhandene lag kunterbunt durcheinander. Trotz dieser schwer zu entwirrenden Einzelheiten entwarf Oppel heimkehrend aus dem Gedächtnis eine rohe, aber nicht schlechte Skizze. Andreas Wagner in München glaubte in ihr ein befiedertes Reptil zu erkennen und taufte das Tier auf den Namen Griphosaurus (Greifensaurier). Der Zoologe Giebel, der sich in der Folge durch seinen Don Quijote-Kampf gegen den Darwinismus unsterblich lächerlich machen sollte, urteilte dagegen, es handle sich einfach um eine Fälschung, und wollte schon behaglich darüber weg zur Tagesordnung übergehen. Inzwischen hatte aber das Britische Museum in London, das unter der bewährten Leitung des großen Owen stand, kurzen Prozeß gemacht und für 14000 Mk. das fragliche Objekt angekauft. Einmal in Owens Händen, brauchte die kostbare Platte jetzt nicht lange auf ihre gründliche wissenschaftliche Verwertung zu warten. Bereits 1863 erschien die grundlegende Beschreibung, aus der nun über jeden Zweifel erhaben hervorging, daß man es mit einem der seltsamsten aller je entdeckten Fossile zu thun hatte. Im Gegensatz zu Wagner betonte Owen schärfer die Vogelnatur, wenn er auch zugeben mußte, daß es der reptilähnlichste aller Vögel sei. In diesem Sinne wurde der von H. von Meyer vorgeschlagene Name Archaeopteryx lithographica, der Urvogel aus dem lithographischen Schiefer, als endgiltiger gewählt. Der Gattungsname Archaeopteryx hat sich fortan in der Wissenschaft erhalten, der Artzusatz lithographica aber wird gelegentlich und willkürlich auch durch macrura (langgeschwänzt) ersetzt.

Wie erwähnt, war das Londoner Exemplar unvollständig erhalten (es fehlten Kopf, Hals und Teile der Wirbelsäule), so daß Owens Schilderung bei aller Sorgfalt ein Fragment bleiben mußte. Mehr als 15 Jahre vergingen, ehe ein zweiter Fund verwandter Art die Lücken ausfüllte. Über

seine lehrreiche Geschichte hat Dames in seiner ausführlichen kritischen Abhandlung über den Berliner Archäopteryx 1884 die Thatsachen umsichtig zusammengestellt. „Im Jahre 1877,“ berichtet er, „stieß man auf ein



Abdruck eines eidechsenartigen Ur-Vogels (**Archaeopteryx macrura** *R. Owen*) aus dem Schiefer von Solenhofen. In den Kiefern sitzen Zähne; der Schwanz ist ein langer Eidechsenschwanz mit je zwei großen Federn an jedem Wirbel. Das hier dargestellte, gut erhaltene Exemplar befindet sich im Berliner Museum für Naturkunde. Für unsere Zeichnung ist zu Grunde gelegt die vorzügliche Tafel aus „Dames und Kayser, Paläontologische Abhandlungen. Band II, Heft 3. (Berlin bei Reimer 1884.)“

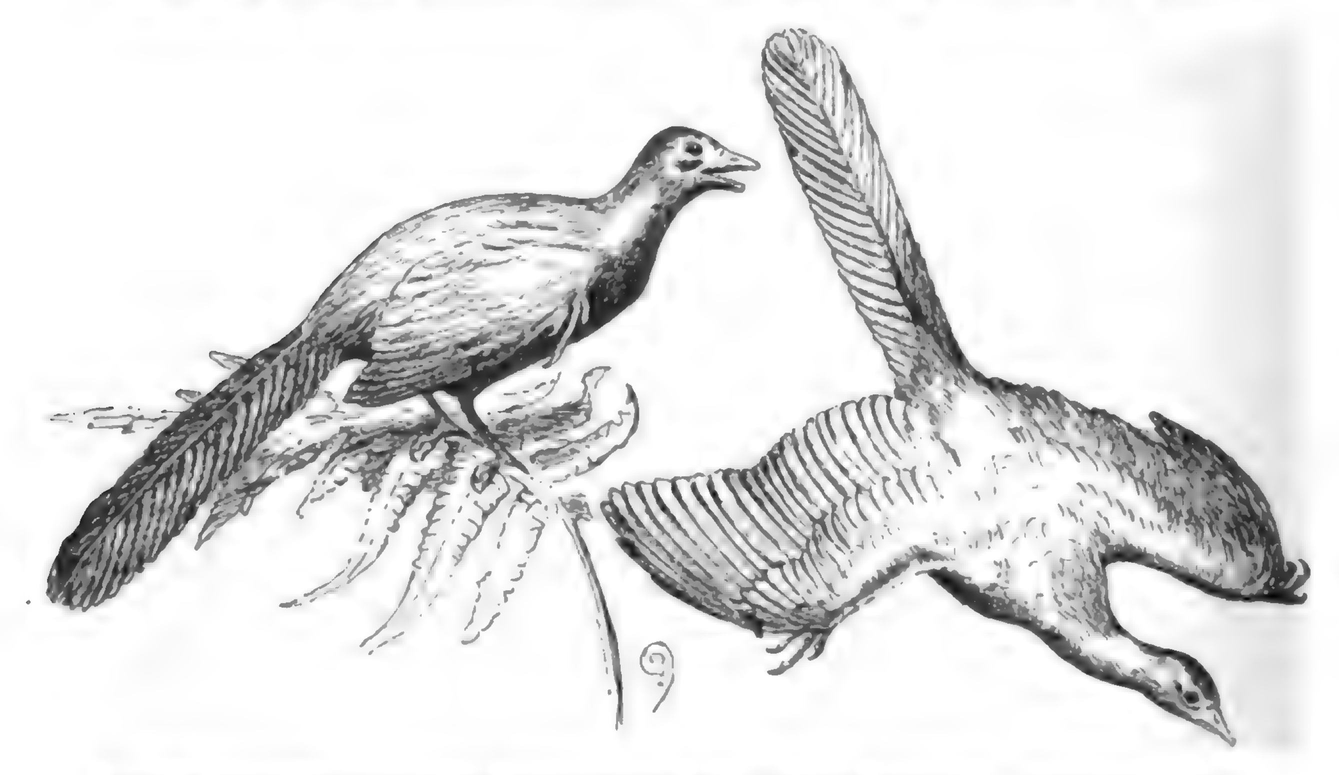
zweites Skelett, welches in den lithographischen Schiefern auf dem Blumenberg bei Eichstätt im Dürr'schen Steinbruch lag, während das erste aus der etwa $3^1/_2$ Wegstunden davon entfernten Langenaltheimer Haardt bei Pappenheim stammt. Es ist das zu betonen, weil hin und wieder wohl die Ansicht



Versuch einer schematischen Rekonstruktion der Hauptteile des Urvogels Archaeopteryx von Solenhofen. (Nach Ernst Koken.)

geäußert wurde, es möchten bestimmte Schichten oder bestimmte Lokalitäten vornehmlich als Fundstätten anzusehen sein. Nach den obigen, von Herrn E. Häberlein mitgeteilten Nachrichten bestätigt sich diese an und für sich schon unwahrscheinliche Annahme nicht. Bald nachdem das zweite Exemplar durch den Steinbruchbesitzer Dürr gefunden war, gelangte es in den Besitz des Herrn Häberlein und wurde von ihm, der im Präparieren von Solen-

hofener Petrefakten so wohl erfahren ist, von der umgebenden Gesteinsmasse befreit, d. h. es wurde sorgfältig die das Skelett von oben bedeckende Platte entfernt, und nun zeigte es sich, daß dieses zweite Exemplar in vieler Beziehung das zuerst gefundene an Vollständigkeit der Erhaltung übertraf. Vor allem erregte es in den weitesten Naturforscherkreisen Interesse, daß der Kopf vorhanden war und in seinen Kiefern kleine Zähne erkennbar wurden; und ferner ließen die bis ins kleinste Detail erhaltenen und völlig in natürlicher Lage befindlichen Vorderextremitäten manche wünschenswerte Ergänzung zu dem bereits Bekannten erwarten. Daß dadurch bei vielen



Versuche zur Rekonstruktion des Gesamtbildes eines lebenden Urvogels (Archaeopteryx).
(Nach Hutchinson und Smit.)

Sammlungsvorständen der Wunsch überaus rege wurde, dieses ungewöhnlich wertvolle Exemplar zu erwerben, ist selbstverständlich. Um nun zunächst zu verhindern, daß auch dieses Exemplar wie das erstgefundene und an das Britische Museum verkaufte ins Ausland gelangen könnte, schloß Herr Dr. O. Volger, Obmann des Freien deutschen Hochstifts in Frankfurt a. M., mit Herrn Ernst Häberlein einen Kontrakt ab, nach welchem letzterer, sich sein Eigentum vorbehaltend, das Exemplar dem Freien deutschen Hochstift „zum Zwecke der Vermittelung des Ankaufes für das Freie deutsche Hochstift selbst oder irgend eine andere deutsche Körperschaft oder Anstalt für die Dauer von sechs Monaten übergab“. In demselben Kontrakt wurde ferner stipuliert, daß das Freie deutsche Hochstift die Verpflichtung übernahm, „niemandem eine Veränderung der Platte, sowie auch weder die Herstellung eines Abgusses oder Abdruckes oder einer sonstigen Abformung, auch keine Ab-

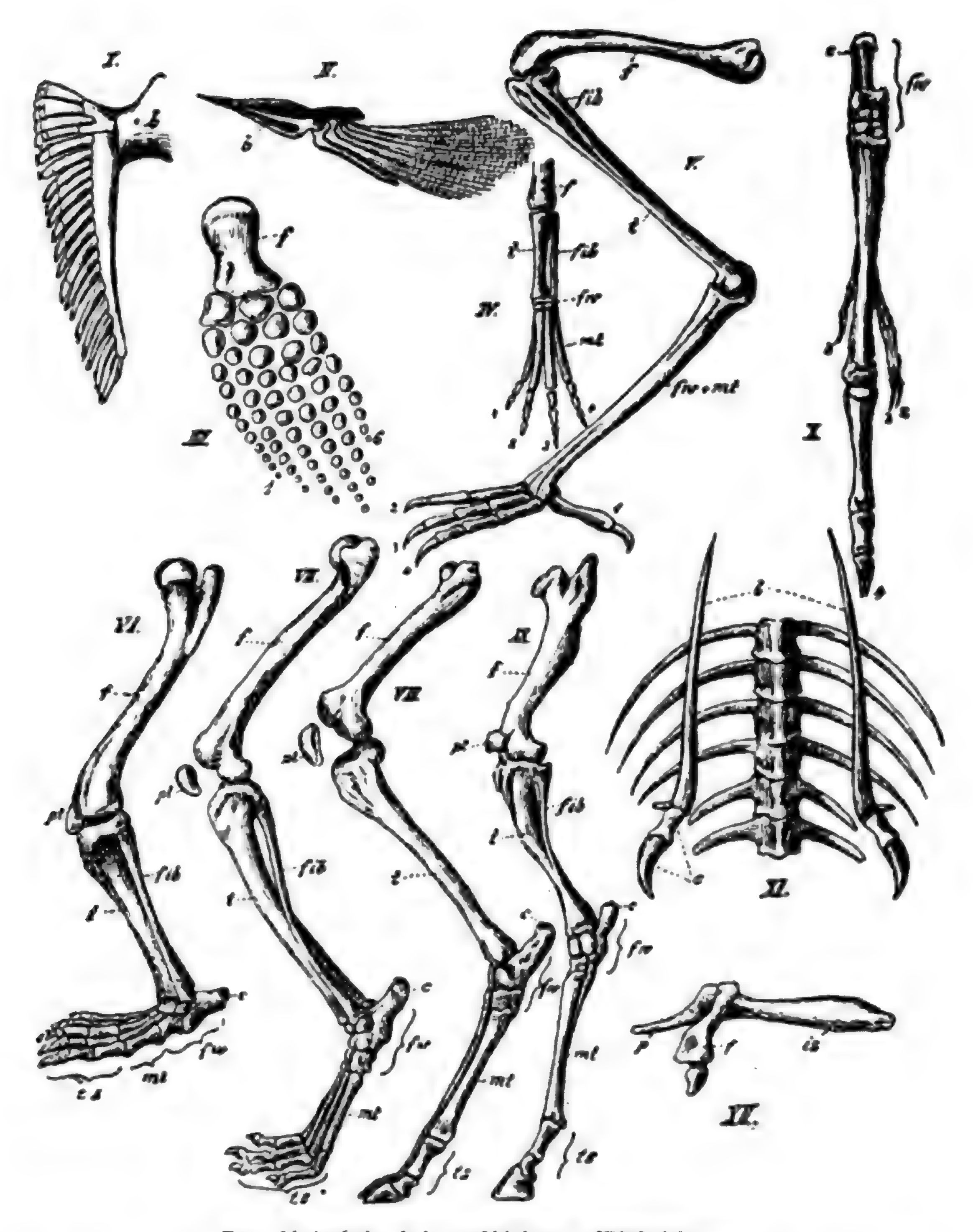
zeichnung, Photographie oder sonstige bildliche Vervielfältigung zu gestatten". Während der Zeit, wo das Exemplar im Freien deutschen Hochstift aufbewahrt wurde, ist es zugleich mit einer umfangreichen Sammlung Solenhofener Petrefakten mancher einheimischen Sammlung und auch dem Deutschen Reich für 36000 Mark zum Kauf angeboten worden. Da letzteres als solches keine Sammlung besitzt, konnte es die wertvolle Platte nicht erwerben, und da anderwärts die Mittel zum Ankauf nicht vorhanden oder disponibel waren, so liefen die sechs Monate ab, ohne daß der im Kontrakt angestrebte Zweck erreicht worden wäre. Prolongationen desselben, erst auf drei Monate, dann auf unbestimmte Zeit, führten auch nicht zum Ziel, und so sah sich Herr Häberlein genötigt, den Verkauf persönlich zu betreiben. Er brachte Anfang Dezember sein Eigentum nach Pappenheim zurück und wendete sich an mehrere Museen, so an das Genfer, das Münchener und schließlich auch an das Berliner, nachdem die beiden erstgenannten und andere aus Mangel an Mitteln die Erwerbung hatten ablehnen müssen.

Als dem Königl. preußischen Kultusministerium der Antrag auf Ankauf der Sammlung, zu welcher der Archäopteryx gehörte, nunmehr unter Reduktion des Preises auf 26000 Mark zugegangen war, beauftragte dasselbe Herrn Geheimrat Professor Dr. E. Beyrich, Direktor des Königl. mineralogischen Museums hiesiger (der Berliner) Universität, sich nach Pappenheim zu begeben und nach Besichtigung der Sammlung über dieselbe Bericht zu erstatten. Zu derselben Zeit (Anfang April 1880) hatte Herr Geheimrat Dr. Werner Siemens Kenntnis davon erhalten, um ein wie wissenschaftlich hochwichtiges Objekt es sich hierbei handele und daß seitens des Besitzers mit einigen Sammlungsvorständen des Auslandes Verhandlungen angeknüpft seien, welche nicht erfolglos zu werden versprachen, daß also, wenn der zweitgefundene Archäopteryx einer deutschen Sammlung erhalten bleiben sollte, Gefahr im Verzuge sei. Er faßte deshalb den hochherzigen Entschluß, das betreffende Stück für den geforderten Preis von 20000 Mark zunächst für sich privatim anzukaufen und es dann der Königl. preußischen Staatsregierung behufs Erwerbung zur Verfügung zu stellen. So kam der Archäopteryx nach Berlin in den Privatbesitz des Herrn Siemens, aus welchem er dann nach kurzer Zeit gegen Erstattung der von ihm gezahlten Summe in den des Staates überging. Dieser überwies ihn dem Königl. mineralogischen Museum der Berliner Universität, in welchem er seitdem aufbewahrt wird.

Wenn die Geschichte des Ankaufs", schließt Dames, „hier ausführlicher gegeben ist, als das nötig zu sein scheint, so geschah es, weil seiner Zeit über dieselbe eine wahre Flut von unwahren oder entstellten Nachrichten in vielen öffentlichen Blättern Verbreitung fand. Man war es eben nicht gewohnt, daß für eine einzelne Versteinerung eine Summe von 20000 Mark verausgabt wird; und durch die Seltenheit des Falles

wurden jene falschen Gerüchte hervorgerufen. Demgegenüber schien es mir wünschenswert, dieselben durch eine authentische Darstellung des Sachverhaltes zu berichtigen."

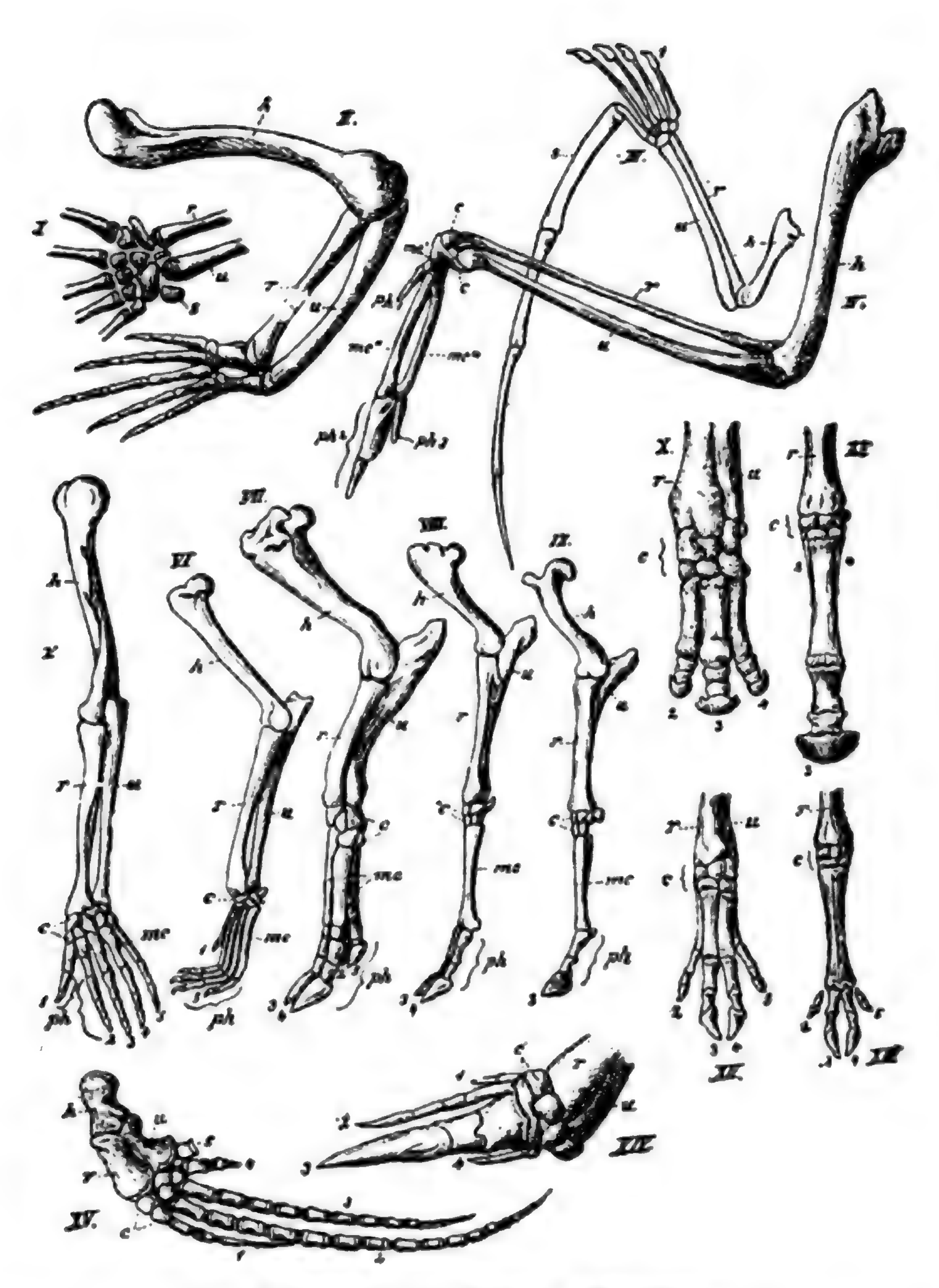
Versuchen wir es jetzt, uns auf Grund der beiden einander in glücklichster Weise ergänzenden Exemplare in London und Berlin zunächst ein Bild von diesem einzigartigen Wesen zu machen. Was die Platten uns bieten, sind Abdrücke der Federn und Skelettteile. Betrachten wir das Skelett, so erscheint uns eine seltsame Mischung von echten Vogel-Eigenschaften und von Merkmalen eines noch tief unter dem eigentlichen Vogeltypus stehenden Wirbeltiers. Die beiden Exemplare weichen in der Größe etwas voneinander ab, das Londoner erreicht ungefähr die Dimensionen eines Huhnes, das Berliner ist ein Zehntel kleiner. Die Wirbelsäule, von der wir als Mittelpunkt ausgehen wollen, bietet gleich sehr bemerkenswerte Dinge. Die Wirbel wahrscheinlich schon des Halses und sicherlich des Rumpfstücks haben jene charakteristische, doppeltgehöhlte Sanduhrform, die keinem heute noch lebenden Vogel zukommt, uns dagegen bei gewissen alten Reptilformen (den Ichthyosauriern, der Brückenechse Hatteria), sowie bei Amphibien und in ausgedehntem Maße bei den Fischen begegnet. Der Hals mit seinen zehn Wirbeln entsprach in der Länge etwa dem einer Taube, doch müssen ihn die langen, an die Wirbel sich anschließenden Halsrippen sehr viel weniger beweglich gemacht haben, als es bei jetzt existierenden Vögeln der Fall ist. Am auffälligsten für den äußeren Anblick weicht aber der Schwanz vom normalen Vogeltypus ab. Das Schwanzskelett unserer Vögel besteht aus einer relativ sehr beschränkten Anzahl kurzer Wirbel (höchstens neun), die entweder (im selteneren Fall) in einen kleinen Wirbel oder (bei der großen Masse) in einen pflugscharähnlichen derben Knochen auslaufen, der die Basis der strahlenförmig sich ausdehnenden Steuerfedern des Schwanzes bildet. Bei Archäopteryx dagegen zeigen sich nicht weniger als 20 zum Teil sehr langgestreckte Wirbel, von denen jeder je zwei Federn trägt, die dem Ganzen das Aussehen etwa eines Farnblattes oder Cykadeen-Wedels (Palmzweig unserer Kirchen) geben. Der Bau der Rippen entspricht so abnormen Wirbelverhältnissen. Die echten Rippen weichen erheblich von denen der lebenden Vögel im Detail ab, und außer ihnen findet sich ein System von Bauchrippen, wie es wohl unsere Krokodile, die Hatteria und die Flugsaurier, keineswegs aber Vögel zeigen. Der Brustgürtel ist weniger aus der Reihe fallend, doch erschwert der Umstand hier die genaue Definition, daß das Brustbein in London fehlt, in Berlin aber allem Anschein nach in den tieferen, unzugänglichen Teilen der Platte eingebettet liegt, also jedenfalls nicht sichtbar ist. Ein ganz unzweideutig echtes Vogelbein ist aber das Hinterbein. Es lenkt an ein Becken an, das nicht ganz klar enträtselt ist, jedenfalls auch seine Absonderlichkeiten hat. Das Bein selbst aber ist, wie gesagt, unzweideutig.



Das Hinterbein bei verschiedenen Wirbeltieren.

Fig. I. Bauchflosse eines Haifisches. Fig. II. Bauchflosse eines Knochenfisches. Fig. III. Zur Flosse umgewandeltes Hinterbein des ausgestorbenen Fischsauriers Baptanodon. Fig. IV. Hinterbein des Embryo (Keim im Ei) eines Vogels. Fig. V. Hinterbein eines ausgewachsenen Vogels. Fig. VI. Hinterbein eines Bären, Fig. VII. eines Hundes, Fig. VIII. eines Schafes, Fig. IX. eines Pferdes, Fig. X. eines Beuteltieres. Fig. XI. Becken und Reste der verkümmerten Hinterbeine bei einer Riesenschlange (*b* ist das Becken, *e* die Reste der Beine). Fig. XII. Becken und Reste der verkümmerten Hinterbeine beim Grönland-Wal (*p* Rest des Schambeins, *is* Rest des Sitzbeins im Becken). Bei allen Bildern gleichmäßig bedeutet: *b* das Becken, *f* den Oberschenkel oder femur, *t* das Schienbein oder tibia, *fib* das Wadenbein oder fibula, *fw* die Fußwurzel oder tarsus mit dem Fersenbein oder calcaneus bei *c*, *mt* den Mittelfuß oder metatarsus, *ts* die Zehen, *pt* die lose Kniescheibe. (Das Bild nach Kennel.)

Es ist zum Verständnis hier unumgänglich nötig, daß der Leser einen Blick zuerst auf die schematische Rekonstruktion des Archäopteryx auf S. 498 und dann auf die umstehende Figurenreihe wirft, die eine Anzahl Hinterbeine von Wirbeltieren zeigt. Er betrachte die Fig. VI, sie stellt ein im wesentlichen „normales" Wirbeltierbein vor, wie es einerseits noch wir Menschen besitzen und wie es andererseits viel tiefer als bei Vögeln und Säugetieren bereits Reptilien in bester Form zeigen, — worüber früher schon einmal gesprochen ist. Man sieht die Hauptteile: den Oberschenkel aus einem Knochen (*f*), den Unterschenkel aus zwei Knochen, dem Schienbein (*t*) und dem Wadenbein (*f i b*), die Fußwurzel (*f w*), den fünfknochigen Mittelfuß (*m t*) und die fünf Zehen (*t s*). Daneben betrachte man nun den Vogelfuß in Fig. V. Da ist der Oberschenkel *f* unverändert, wenn auch etwas kurz. Der Unterschenkel zeigt zwar immer noch zwei Knochen (Schienbein und Wadenbein), aber das Wadenbein (*f i b*) ist stark verkümmert. Zwischen den Zehen (deren nur vier da sind) und diesem Unterschenkel aber ist ein langer Knochen eingeschaltet, der Lauf, der aus einer ganz abnormen Verschmelzung und Verlängerung der Fußwurzel und des Mittelfußes entstanden ist. Die Veränderung ist eine so bedeutende, daß vom Laien durchweg beim Vogel der kurze Oberschenkel ganz übersehen, der Unterschenkel mit ihm verwechselt und der Lauf, der in Wahrheit ein echtes Stück Fuß ist, für den Unterschenkel selbst gehalten wird. Man lernt aber den wahren Sachverhalt aufs evidenteste kennen, wenn man den noch nicht fertig entwickelten Vogel-Embryo aus dem Ei holt und dort (die Fig. IV des Bildes zeigt es) das Hinterbein skelettiert. Da tritt, abgesehen von der schönen Trennung im Unterschenkel selbst (Schien- und Wadenbein *t* und *f i b*), die echte Scheidung in Fußwurzel (*f w*), vier Mittelfußknochen (*m t*) und vier Zehen hervor. Erst nachmals verwächst das obere Fußstück zu dem sonderbaren Laufknochen, wobei sich als specielle Wunderlichkeit auch noch nebenbei zeigt, daß die Fußwurzel nur zum Teil Material für den Lauf wird, im oberen Stück aber mit dem Unterschenkel verschmilzt, so daß die Gelenkknickung im erwachsenen Hühnerbein streng genommen direkt durch die äußerste Fußecke durchschneidet. Doch wie es mit diesem Detail nun liege: ein Blick auf unsere Archäopteryx-Beine der S. 493 lehrt, daß auch hier schon ein echter „Lauf" besteht, ebenso wie die vier Zehen vollkommen Vogelzehen entsprechen. Marsh meint, daß er darin noch etwas mehr der Embryo-Stufe von heute ähnele, daß die vier in ihn aufgegangenen Mittelhandknochen noch nicht so ganz verschmolzen seien, doch wird das von Dames, der beide Exemplare wohl am sorgsamsten geprüft hat, durchaus bestritten. Sicher ist dagegen, daß das Wadenbein noch sichtbarer neben dem Schienbein entwickelt ist als bei der Mehrzahl der lebenden Vögel; doch finden sich grade hier bei den Vögeln vielerlei Stufen, und bei dem neuseeländischen

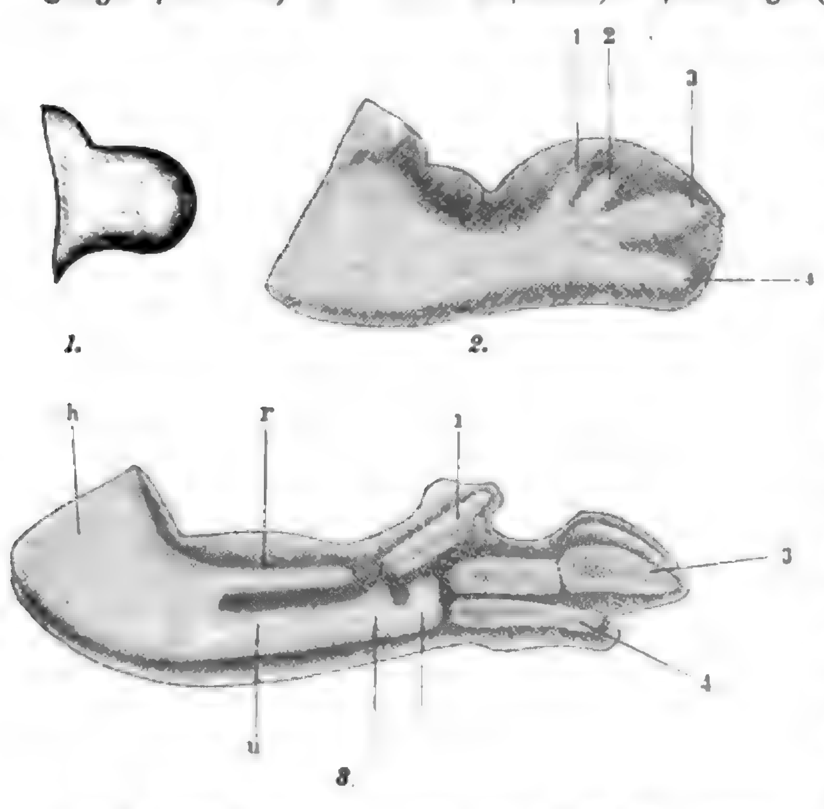


Das Vorderbein bei verschiedenen Wirbeltieren.

Fig. I. das Handskelett einer Eidechse. Fig. II. das Vorderbein eines Krokodils. Fig. III. der zum Befestigen der Flughaut umgeformte Arm des ausgestorbenen Flugreptils Pterodactylus. (Irrtümlich sind im Sinne der heute veralteten Owen'schen Rekonstruktion hier vier freie Krallenfinger gezeichnet, es dürfen nur drei sein.) Fig. IV. der zum Flügelknochen umgewandelte Arm des Vogels. Fig. V. der Arm des Menschen. Fig. VI. das Vorderbein der Katze, Fig. VII. des Schweins, Fig. VIII. des Schafs, Fig. IX. des Pferdes, Fig. X. des Nashorns, Fig. XI. nochmals des Pferdes, von vorne gesehen, Fig. XII. des Schweins, ebenfalls von vorne, und Fig. XIII. des Schafs von vorne. Fig. XIV. die Hand des zweizehigen Ameisenfressers. Fig. XV. die zur Flosse umgeformte Hand des Walfisches. In allen Figuren bedeutet *h* den Oberarm (humerus), *r* die Speiche und *u* die Elle des Unterarms, *c* die Handwurzelknochen (carpus), *mc* die Mittelhand (metacarpus) und *ph 1—5* die fünf Finger. (Das Bild nach Kennel.)

Schnepfenstrauß oder Kiwi (Apteryx) ist fast vollkommen selbst der Zustand des Archäopteryx erreicht.

Was der Fuß somit weniger giebt, das liefert der Arm dafür wieder reichlich: eine primitivere, zum Reptil hinneigende Bildung. Der Archäopteryx hat Flügel, vogelähnliche Flügel, darüber ist kein Zweifel. Aber seine Flügel sind doch in einem wesentlichen Punkte ganz anders konstruiert als die der Vögel. Der Leser muß, um eine Vorstellung zu bekommen, worum es sich handelt, abermals das Archäopteryx-Schema auf S. 493 vergleichen mit einigen Figuren des umstehenden Bildes, das Vorderextremitäten verschiedener Wirbeltiere ähnlich zusammenstellt, wie das frühere es für die Hinterbeine that. Als Normalmuster eines Wirbeltierarmes mag diesmal Fig. V gelten: der Arm des Menschen. Man sieht hier (genau den Beingliedern entsprechend) den einknochigen Oberarm (*h*), den aus Elle und Speiche gebildeten Unterarm (*u* und *r*), die Handwurzel (*c*), die aus



Drei Figuren zur Veranschaulichung der Entwickelung des Flügels beim Hühnchen im Ei.

Fig. 1 ist die erste, flossenartige Anlage ohne jede Gliederung, entsprechend der Arm-Anlage bei dem menschlichen Embryo auf S. 100. Fig. 2 (vom 6. Bebrütungstage) zeigt die regelrechte Pfote des Embryo mit vier Zehen (1 ist der Daumen). Bei Fig. 3 (vom 10. Tage) wird dann die Umwandlung in den „Flügel" sichtbar, der schließlich, wie die Fig. IV auf dem Bilde S. 499 zur Anschauung bringt, nur mehr drei stark verkümmerte Zehen besitzt. Die drei Bilder nach Vogt.

zwei Reihen kleiner Knochen besteht, die Mittelhand (*m c*) aus fünf Knochen und an den Spitzen dieser fünfe die fünf Finger (*p h*). Davon weicht nun der zum Flugorgan umgeformte Arm des Vogels in Fig. IV erheblich ab. Der Oberarm (*h*) bleibt, ebenso die Elle und Speiche (*u* und *r*). Aber die Handwurzel (*c*) ist auf eine Reihe Knochen (es sind bloß zwei Knöchelchen darin) beschränkt, die Mittelhand besteht statt aus fünf, aus drei Knochen, von denen der eine, der den Daumen trägt, winzig klein bleibt, die beiden anderen sich aber lang strecken und vorne wieder zusammenwachsen, so daß ein Doppelknochen beinah wie Elle und Speiche entsteht. Entsprechend den auf drei verminderten Mittelhandknochen giebt es dann auch nur mehr drei

Finger, die mehr oder minder verkümmert sind, wie die Figur sehr anschaulich zeigt. Wie beim Fuß, so läßt sich auch bei dieser Flug-Hand aus dem Embryo im Ei noch recht deutlich ersehen, wie die anfänglich vierfingerig angelegte Hand verkümmert und zu dem wird, was der erwachsene, fliegende Vogel besitzt. (Vergl. das Bild gegenüber.)

Nun vergleiche man damit den Arm des Archäopteryx auf S. 493. Da ist im Ober- wie Unterarm zunächst alles ebenfalls korrekt. Dann kommt aber eine echte Pfote ganz anderer Art. Wohl sind die Handwurzelknochen auch hier auf eine Reihe reduziert und ist die Dreizahl der Mittelhandknochen und Finger gewahrt. Aber es ist keine Rede von jener Verkümmerung der Daumenwurzel und jener Verwachsung der beiden andern Mittelhandteile: alle drei Knochen liegen frei und tragen wohlentwickelte Zehen mit scharfen Krallen, welch letztere über den Federflügel hervorgeragt und ein Anklammerungs- oder Kletterorgan abgegeben haben müssen wie die entsprechenden Haken und Krallen bei der Fledermaus und beim Pterodaktylus. Es ist, als könne der Flügel sich noch nicht ganz auf sich selbst stellen: dieses Tier will nebenher noch sich anklammern, sich festhaken, kurz die Vorderglieder gleichzeitig wenigstens einigermaßen auch noch als wirkliche Arme gebrauchen.

Als letzter Punkt des Skeletts bleibt uns der Kopf. Erst das Berliner Exemplar hat ihn klar vor Augen gestellt, nachdem allerdings einige (wie man jetzt einsieht) glückliche Vermutungen bereits an ein paar problematische Fragmente der Londoner Platte angeknüpft worden waren. Ein seltsamer Kopf fürwahr! In der Länge mißt er etwa 45 mm. Wie das Bild S. 493 zeigt, ist der Gesamthabitus gewiß vogelähnlich. Die Gehirnhöhle ist entsprechend groß. Aber was alles wieder zu verschieben scheint, sind die Zähne in den Kiefern. Oben sind 13, unten 3 erkennbar, alle fast gleich groß (ca. 1 mm) und gleich geformt. Wie es scheint, sitzen sie in besonderen Zahnhöhlen. Dem Laien wird vielleicht diese Bezahnung als das am meisten vom Vogel ablenkende Reptilienmerkmal des ganzen Geschöpfes vorkommen. Dazu muß denn allerdings gesagt werden, daß man, wie wir im nächsten Kapitel sehen werden, aus der Kreide-Zeit noch mehrere zahntragende Vögel kennt, die im übrigen sehr viel „echter" dreinschauen, was den Vogeltypus anbelangt, als Archäopteryx. Immerhin giebt es bei lebenden Formen nichts derart, und der Zug vervollständigt das Mischbild des Ganzen.

Zum Schluß ein Wort über das Federkleid. Gewiß liegt hier am auffälligsten die Vogelnatur zu Tage. Den Vogel, sagt schon das Sprichwort, erkennt man an seinen Federn, und wirklich ist die Feder sein eigentlichstes Privileg, das im Bereich des Organischen so nicht wiederkehrt. Die Oberhaut (Epidermis) erfährt bei den Wirbeltieren allenthalben die seltsamsten Umwandlungen. Durch Verhornungen aller Art sehen wir sie

umgeformt zu den Schuppen und Krallen der Eidechse, zum Schildpatt der Schildkröte, zum Haar des Säugetieres, zum Stachelkleide des Igels, zum Panzer des Gürteltieres. Eine dieser Varianten stellt nun auch die Feder dar, und der Archäopteryx ist der erste bekannte Fall, wo sie uns entgegentritt. Archäopteryx zeigt deutliche Federabdrücke an den Vorderbeinen (Flügeln), am Halsansatz, am Unterschenkel der Hinterbeine und am Schwanz. Der Flügel weist Deckfedern und Schwungfedern. Schwungfedern gab es siebzehn, von denen die ersten sechs oder sieben an der Hand, die anderen an der Elle befestigt waren, wie es die Rekonstruktion auf S. 493 sehr deutlich zeigt. Dabei scheinen die ersten Federn nicht nur von dem Mittelhandknochen, sondern auch noch den Fingergliedern des mittleren der drei Finger ausgegangen zu sein, eine Bildung, der die Hutchinson'sche Rekonstruktion auf S. 494, die sonst sehr anschaulich ist, nicht ganz korrekt Rechnung trägt. Im Bau unterscheiden sich die Schwungfedern sowohl wie die schwach erhaltenen Deckfedern nicht von denen der lebenden Flugvögel. Die am Halse wahrnehmbaren Federreste werden von Dames auf einen Federkragen nach Art unserer Geier gedeutet; die sehr deutlichen und großen Federn des Schienbeins als sogenannte „Hosen", wie wir sie ebenfalls heute noch bei Falken und Hühnerarten sehen. Über die Anordnung der Schwanzfedern ist oben schon geredet. Streitfrage ist vorläufig, ob der Rest des Körpers nach Reptilienart nackt oder auch befiedert gewesen sei. Vogt, der die Berliner Platte als einer der ersten studiert, vertrat die Nacktheit, die für ihn ein Argument mehr war, den Archäopteryx ein „Reptil" zu nennen. Dames dagegen, der das gleiche Exemplar nicht flüchtig untersucht, sondern zum Zweck eines umfassenden Specialwerkes lange Zeit planmäßig durchgearbeitet hat, und der also wohl im Moment als entscheidende Autorität gelten darf, glaubt Spuren einer gleichmäßigen Körperbekleidung durch Federn direkt nachweisen zu können, wie er es denn auch theoretisch gradezu für eine logische Forderung erklärt, daß bei so entwickelten Flügeln, Hosen, Schwanzfedern u. s. w. etwas derart vorhanden gewesen sein müsse.

Das ist alles Wesentliche, was vom Körperbau des Archäopteryx sich sagen läßt. Auf die Lebensweise wirft der Fundort beider Exemplare insofern Licht, als er zeigt, daß der Urvogel jedenfalls gelegentlich über das Seichtwasser der Buchten hinstrich, so daß seine Leiche ins Wasser fallen konnte. Das Londoner Exemplar zeigt in seiner Zerstörung Spuren, als sei der Kadaver im Wassergrunde das Opfer raublustiger Fische oder Krebse geworden, die den Kopf abgetrennt und das jedenfalls mit dem reichlichsten Fleischansatz versehene Brustbein ganz verschleppt haben, während sie den ungenießbaren langen Schwanz und die Hinterbeine ungestört liegen ließen. Im allgemeinen wird man nach dem Flügelbau keinen Flieger ersten Ranges in dem Archäopteryx vermuten dürfen. Oppel hat aus Solenhofen

Fußspuren beschrieben, die drei Zehen und die Furche eines lang nachschleppenden Schwanzes zeigen. Sie könnten wohl von Archäopteryx herrühren und zeigten sie uns, wie sie aufrecht am Meeresstrand dahinschritt. Auf Bäumen oder Felsen ist sie sicherlich wie der Pterodaktylus mit Hilfe ihrer freien Flügelkrallen ein gewandter Kletterer gewesen.

Was lehrt uns nun Archäopteryx? Wir haben sie ein paarmal im voraufgehenden als „Urvogel" angesprochen. Verdient sie wirklich diesen Namen? Es kann in der That ein Zweifel darüber zunächst nicht wohl bestehen, daß die heute lebenden Vögel auf dem Archäopteryx verwandte Formen zurückgeführt werden müssen. Wenn irgendwo Paläontologie und Embryologie sich im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes in die Hände arbeiten, so geschieht es hier.

Wir haben schon mehrfach auf den letzten Seiten Gelegenheit gefunden, auf den Embryo der heutigen Vögel, z. B. das Hühnchen im Ei, zurückzugehen. Thun wir das aber erst zum Zweck, Analogien des Vogelembryo zum Archäopteryx systematisch kennen zu lernen, so zeigen sich Wunderdinge.

Der Schwanz des Archäopteryx war uns oben ein Stein des Anstoßes hinsichtlich seiner Vogelnatur. Der Embryo des Vogels von heute zeigt aber ganz ähnliche Verhältnisse, wie sie dort bestanden. Der Schwanz ist hier ebenfalls in einer dem Archäopteryx entsprechenden Länge angelegt, und erst allmählich schmilzt er zusammen, wobei noch ganz zuletzt ein Teil der (z. B. bei der Ente auf 18 angelegten) Wirbel mit dem Kreuzbein, ein anderer unter sich zu dem pflugscharartigen, die Fächerfedern des Schwanzes tragenden Endknochen verwächst, so daß schließlich z. B. bei der erwachsenen Ente 8 Schwanzwirbel nur übrig bleiben gegen 20 des Archäopteryx. Ebenso zeigen sich in den Kiefern von Vogelembryonen deutlich angelegte Zähne, die später total verschwinden, — eine Thatsache, die Geoffroy St. Hilaire schon 1821 entdeckt hat, ohne daß man sich damals einen Reim darauf zu machen wußte.

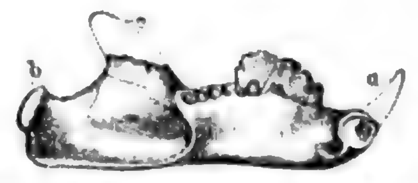
Ist an dem biogenetischen Grundgesetz auch nur ein Titelchen Wahrheit, so lehren uns diese embryologischen Thatsachen, daß die heutigen Vögel von Urformen abstammen, die lange, vielwirbelige Schwänze und bezahnte Kiefern besaßen. Da uns nun grade aus der Jura-Zeit, wo man solche Urvögel erwarten sollte, in dem Archäopteryx ein sonst sehr vogelähnliches, befiedertes Tier vorliegt, das 20 Schwanzwirbel und im Maul Zähne hat, so läßt sich der Schluß schlechterdings nicht anfechten, daß der Archäopteryx eben ein solcher „Urvogel" im strikten Sinne sei.

Ist die Linie hierherüber klar, so eröffnet sich allerdings ein weites Debattenfeld, wenn man sich fragt: auf welche Urformen noch weiter rückwärts deutet denn nun aber Archäopteryx? Giebt er Aufschluß über die direkte Herleitung der Vögel von einem niederen Wirbeltierstamm?

Auch hier kann im allgemeinen nicht wohl geleugnet werden, daß in Archäopteryx starke Andeutungen sich finden für einen Ursprung der Vögel aus der Klasse der Reptilien. Es thut der Sache keinen Eintrag, daß einzelne Beobachter (z. B. Karl Vogt) die Reptilmerkmale anfangs weit übertrieben hatten, so daß Dames da erst einen energischen Dämpfer aufsetzen mußte. Der Schwanz, die Zähne, der Hals, die Bauchrippen, die doppeltgehöhlten Wirbel, die freien Flügelzehen — alles weist unabänderlich nach den Reptilien hinüber, wenn es auch schwer fällt, zur Zeit bereits eine einzelne Reptilgruppe namhaft zu machen, der die Details mehr entsprächen als den übrigen. Ernsthaft in Frage dafür gebracht sind die Flugsaurier und die Dinosaurier. In beiden Fällen hat aber die Begründung bisher der Kritik nicht standgehalten. Bei den Flugsauriern liegt in der ähnlichen Lebensweise zu viel Grund für die Ausbildung gewisser ähnlicher, aber parallel und unabhängig entstandener Anpassungen, als daß die stammesgeschichtliche Erklärung genügende Chancen hätte, und überall da, wo die durch Anpassung an gleiches geschaffenen Gleichheiten fortfallen, sind so fundamentale und extreme Organisationsunterschiede vorhanden, daß jede Hypothese versagt. Die Analogien zwischen den aufrecht trabenden Dinosauriern vom Schlage des Kompsognathus und des Archäopteryx haben, als sie zuerst betont wurden, sehr viel mehr Bestechendes gehabt. Wenn man das ganze Gewicht auf die Betrachtung der Hinterbeine legt und allein eine Brücke sucht vom normalen fünfzehigen, platt auftretenden Reptilfuß ohne Lauf zu dem S. 498 beschriebenen charakteristischen Vogelfuß, den auch der Archäopteryx schon hat, so ist unverkennbar von allen Reptilfüßen der verlängerte Springfuß eines solchen Dinosauriers der am meisten vogelähnliche und äußerlich ein wahres Zwischenglied zwischen beiden Fußarten. Stellt man eine Reihe solcher Dinosaurier-Hinterbeine geschickt zusammen, so meint man die ganze Kette vom schwerfälligen, fünfzehigen Bein bis zum zierlichen, dreizehigen klar vor Augen zu sehen. Auch das Becken der springenden Dinosaurier zeigt entsprechende Anklänge an das der Vögel. Und doch handelt es sich auch hier wohl nur um einen Schein, — wenigstens in der Ausdehnung, die man dem Fall gegeben hat. Der Rest der Dinosaurier-Merkmale (wenn man noch von den hohlen Knochen absieht), ist nichts weniger als vogelähnlich, und so dürfte die ganze Sache im wesentlichen auch hier wie bei den Pterodaktylen auf eine parallele Anpassung hinauslaufen: die Hinterbeine und das Becken wurden vogelähnlich, sobald der aufrechte Gang eintrat, aber die aufrecht gehenden Vögel brauchen deshalb keineswegs direkte Nachkommen der aufrecht gehenden Dinosaurier zu sein. In diesem Sinne urteilt gegenwärtig die kompetenteste Kritik. Aus der Welt schaffen kann sie freilich das Grübeln darüber nicht, ob nicht doch wenigstens in der Nähe des einzigen bekannten Reptilstammes, der sich zum aufrechten Gang durchgearbeitet, doch auch der

Reptilzweig geblüht habe, der in der Jura-Zeit oder früher schon den Archäopteryx und mit ihm die Stammlinie der Vögel erzeugte. Wir haben gesehen, wie die einzigen bisher gebotenen Hinweise auf den reptilischen Ausgangspunkt der Säugetiere ebenfalls an diese Ecke (nahe den Dinosauriern und Theromorphen) leiteten. Das Zusammenlaufen so vieler Linien nach unten wird letzten Endes — auch wenn durchaus keine aus einer anderen oben hervorgegangen sein sollte — denn doch wohl kein Zufall sein, sondern irgend ein Geheimnis umschließen, dessen Lösung der Zukunft anheimgestellt bleiben muß, falls die Natur Belege dazu irgendwo konserviert hat.

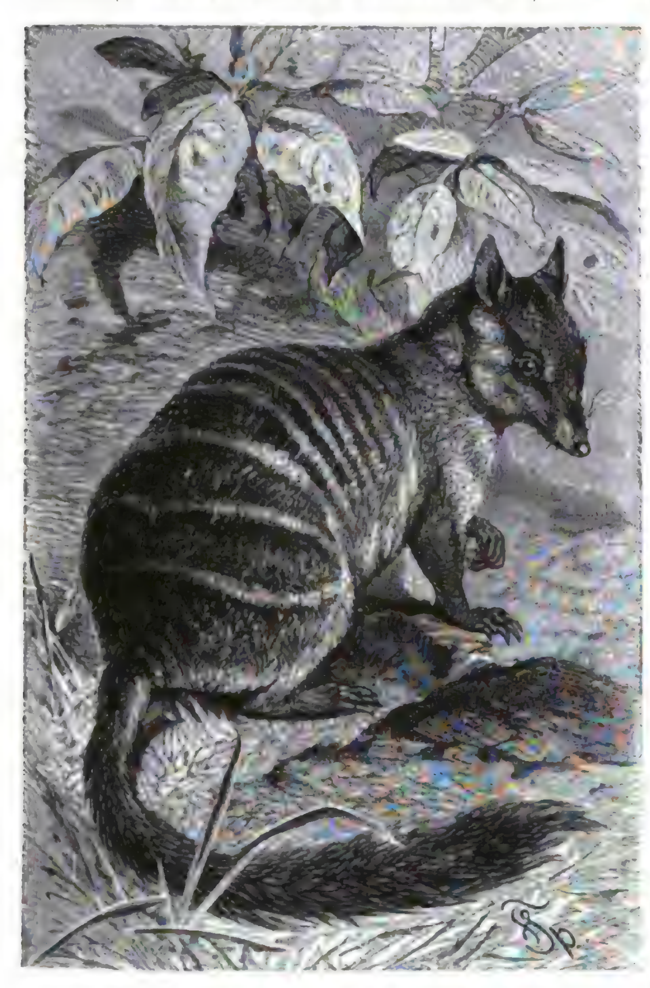
Alles in allem genommen bleibt Archäopteryx ein kostbarer Schatz für die Stammesgeschichte der Wirbeltiere und ein einzigartiges Dokument der Entwickelungslehre überhaupt, bei dem man immer gern verweilen wird. Die kleine Nische am Fenster in der paläontologischen Schausammlung des Museums der Invalidenstraße zu Berlin, in der (neben einem naturgroßen Gipsabguß des Londoner Exemplars) die gelbliche Platte mit dem vollständigsten Abdruck dieses seltsamen Geschöpfs steht, müßte, wenn unsere Zeit mehr Muße zu solchen Dingen gewährte, längst ein Wallfahrtsort Unzähliger geworden sein, denen freie Ergründung der Natur als eine der höchsten Geistesaufgaben der Menschheit am Herzen liegt.



Unterkiefer eines sehr niedrig entwickelten, den Schnabeltieren nahestehenden Säugetiers aus Ablagerungen der Jura-Zeit: Ctenacodon serratus von Wyoming in Nord-Amerika. (Nach Marsh in $^1/_2$ der natürl. Größe.)

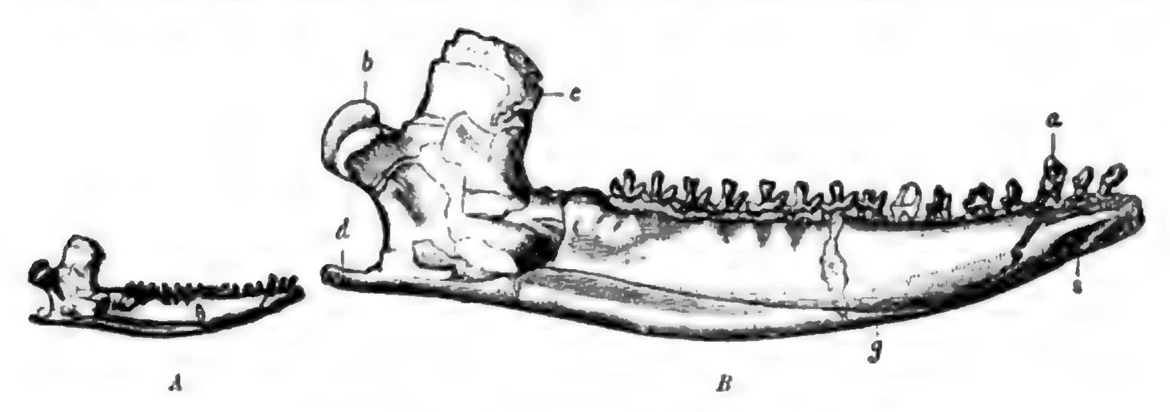
Unsere Wanderung durch die Jura-Zeit, die nun einmal bei den Wirbeltieren eingesetzt hat, muß einen Augenblick auch bei den drei noch übrigen Klassen verweilen. Da sind zunächst die Säugetiere. Sie waren schon in der Trias da, und man darf gespannt sein auf ihren Fortgang. Aber die Reste sind nach wie vor spärlich, und das, was sie verraten, fügt kaum ein paar Pinselstriche zu dem schon früher gebotenen kargen Bild. Wie der Leser sich erinnern wird, hatten wir aus der Trias zunächst ein paar Reste von ganz primitiven Säugern, die am nächsten wohl unseren heutigen Schnabeltieren standen (Tritylodon, Triglyphus) und vorläufig als die besondere Säugerordnung der Multituberculata (Vielhöckerzähner) ins System aufgenommen worden sind. Ein paar kleine amerikanische Kiefern (Dromatherium) schienen dann schon zu der heute noch in stattlicher Anzahl in Australien und Amerika lebenden Ordnung der Beuteltiere überzuleiten. Damit sind auch die beiden einzigen Ordnungen genannt, die für den Jura in Betracht kommen, höchstens daß gewisse lose Anklänge diesmal noch nach der im Säugerstamm jedenfalls alten und tiefstehenden Ordnung der Insektenfresser (Igel, Maulwurf, Spitzmaus) sich finden, worüber aber sicheres absolut noch nicht feststeht.

Unser Bild zeigt als Probe eines Vielhöckerzähners des Jura den Unterkiefer des Ctenacodon serratus. Er stammt aus denselben oberen Juraschichten von Wyoming in Nord-Amerika, die Marsh Atlantosaurus-Schichten nach den Resten der oben beschriebenen riesenhaften Landreptile vom Dinosaurierstamm genannt hat. Das zugehörige rattengroße Tier muß ein Geschöpfchen gewesen sein, das doppelt winzig ausschauen mochte in der Gesellschaft jener Kolosse des Reptilreichs. Charakteristisch ist der große, nagerartige Schneidezahn, der sich noch energischer entwickelt bei der eng verwandten Gattung Plagiaulax, die in den südenglischen Cykadeen- und Koniferen-Wäldern um die Wende der Jura- zur Kreide-Zeit (Purbeck-Schichten) sich getummelt haben muß und uns auch nichts weiter hinterlassen hat als ihre winzigen Unterkiefer.



Der Spitzbeutler oder Ameisenbeutler
Myrmecobius fasciatus *Waterhous.*
Dieses schön gefärbte, nur etwa 24 cm lange Beuteltier Neu-Hollands zeigt von allen heute noch lebenden Beutlern die größte Ähnlichkeit mit den aus der Jura- und Kreide-Zeit in spärlichen Resten bekannt gewordenen Beuteltieren. Nach der Länge des Unterkiefers zu schließen, übertraf es diese in der Größe durchweg noch. Die Nahrung dürfte dort wie hier wesentlich in Insekten bestanden haben.

Über die Existenz echter Beuteltiere kann im Jura kein Zweifel mehr sein. Als der große Cuvier 1818 das Museum zu Oxford besuchte, wurde ihm ein Unterkiefer vorgelegt, der ein paar Jahre vorher im braunen Jura von Stonesfield (Seichtwasserbildungen mit zahlreichen Pflanzen- und Insektenresten) zu Tage gekommen war. Cuvier riet auf eine Beutelratte, was damals sehr kühn war und stark angezweifelt wurde. Aber er behielt im wesentlichen recht. 1839 arbeitete Owen das Material mit gewohnter Gründlichkeit durch und stellte die Beuteltiernatur, soweit es anging, wirklich fest. Direkt vergleichen ließ sich von allen lebenden Beutlern nur einer, der nebenstehend abgebildete Ameisenbeutler (Myrmecobius fasciatus) aus Australien. Er ist wohl das niedlichste aller Beuteltiere, nicht größer als unsere Wanderratte (24 cm Körperlänge), auf vorne rost-



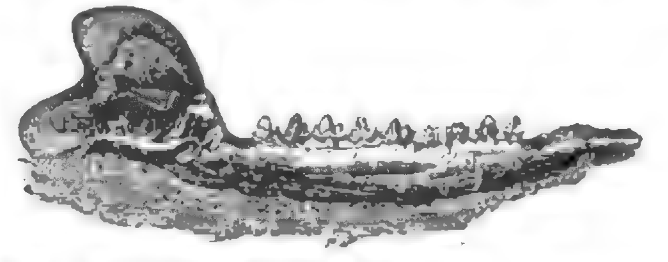
Unterkiefer eines Beuteltieres aus der Jura-Zeit
aus der Gruppe der Trituberculata, deren einziger noch lebender Vertreter der gegenüberstehend abgebildete Ameisenbeutler (Myrmecobius fasciatus) ist. Der Kiefer gehört dem Dryolestes priscus an (*A* natürl. Größe, *B* vergrößert) aus dem oberen Jura von Wyoming (Nord-Amerika). (Nach Marsh.)

rotem, hinten schwarzem Grunde schön weiß gestreift und mit langem Schwanzbusch. Nichts steht im Wege, sich den Dryolestes priscus, dessen Kiefer im oberen Jura von Wyoming in Nord-Amerika gefunden worden sind und seinen nahen Verwandten, jenes Amphitherium Prevosti, das Cuvier damals in Oxford bestimmt hatte, als ein ähnlich ausschauendes kleines Geschöpf zu denken, das gleich dem Myrmecobius seine lange, vorstreckbare Zunge wie eine Leimrute in den Ameisenhaufen senkte. Das Gebiß dieser alten Formen (Trituberculata, Dreihöckerzähner, hat man sie mit Einschluß des lebenden Ameisenbeutlers getauft) ist übrigens so ausgesprochen das eines Insektenfressers, daß man sich gestritten hat, ob hier nicht auch schon Urformen der wirklichen Ordnung der Insektenfresser, wie sie heute mit Igel, Maulwurf, Spitzmaus gegeben ist, vorliegen. Sind die Insektenfresser als solche gleichaltrig mit den Beuteltieren? Oder haben die damaligen insektenfressenden Beuteltiere sich später so entwickelt, daß ein kleiner Teil (der auf Australien beschränkte) Beuteltier blieb, während der große Rest sich in die gegenwärtig sogenannten beutellosen Insektenfresser

ummwandelte? Es giebt auch zu denken, daß grade der lebende Ameisenbeutler nur einen ganz verkümmerten Beutel besitzt.

Mehr in die Ahnenreihe der heutigen fleischfressenden Beutelratten (Didelphyidae), die nächtlich kletternd in den Bäumen Amerikas den Vögeln nachstellen, scheinen einige andere fossile Formen aus England und Nord-Amerika zu gehören. Unsere Bilder zeigen den Amphilestes Brode-





Unterkiefer eines Beuteltieres aus der Jura-Zeit:
Amphilestes Broderipi aus dem braunen Jura von Stonesfield bei Oxford (England). Links in natürlicher, rechts in doppelter Größe nach R. Owen.

ripi von Stonesfield und den Triconodon serrula, ebenfalls aus England. Im ganzen bleibt es vorläufig ein großes Unglück, daß wir von all diesen interessanten Formen, die uns so viele Aufschlüsse geben könnten, fast nur Kieferstücke, hauptsächlich Unterkiefer besitzen, dagegen über das Gesamtskelett (z. B. die wichtigen Beutelknochen am Becken) ganz in Unwissenheit bleiben. Schon früher ist gelegentlich erwähnt, daß dieses isolierte Übrigbleiben grade von losen Unterkiefern an sich nichts sehr Befremdliches hat, wenn man sich denkt, daß die Leichen der kleinen Säuger ins Wasser fallen mußten, wenn überhaupt etwas von ihnen übrig bleiben sollte, — daß aber dann in vielen Fällen die Leiche längere Zeit auf der Oberfläche trieb, so daß grade der Unterkiefer am leichtesten abfaulen und einzeln auf den Grund sinken konnte. Mißlich ist die Sache aber immerhin, und es kann höchstens das noch einen kargen Trost geben, daß der Unterkiefer grade eines Beuteltieres relativ leichter als solcher an seiner Form erkannt werden kann, als es bei anderen Säugern möglich ist. Die beste Fundstelle, die gewiß auch ganze Skelette konserviert hätte — Solenhofen — scheint zum Nachteil der Paläontologen ganz arm an Säugetieren gewesen zu sein, die sich wahrscheinlich ungestörter in der Gesellschaft haushoher Dinosaurier-Kolosse vom Schlage des Brontosaurus fühlten als an diesem verdächtigen Ufer, das von gefräßigen Pterodaktylen, zahnbewehrten Urvögeln und den kleineren räuberischen Springsauriern wimmelte.

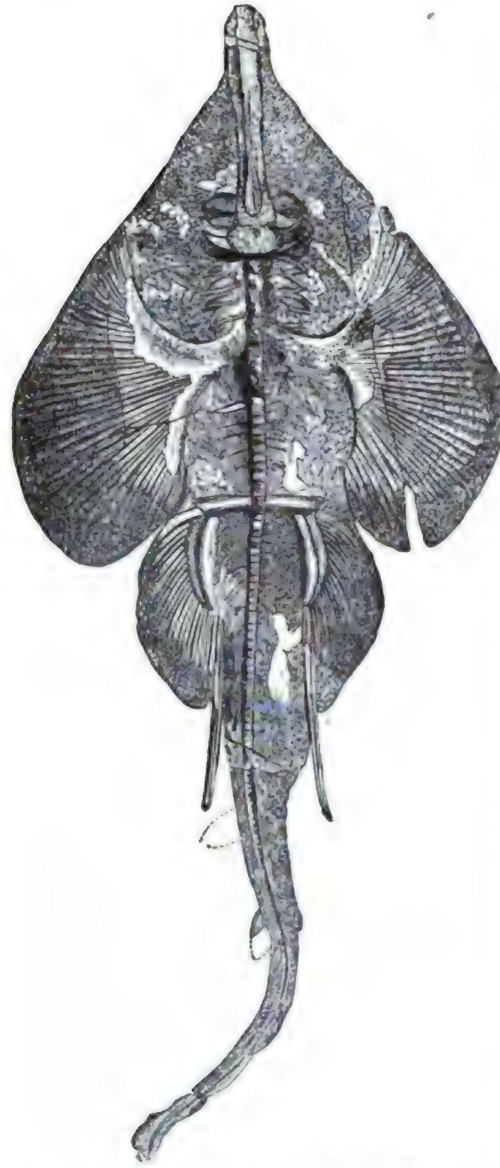


Unterkiefer eines Beuteltieres aus der Jura-Zeit:
Triconodon serrula *Owen*.
Das Original hat nur die halbe Größe, so daß es sich offenbar um ein sehr kleines, Insekten oder Fleisch fressendes Säugetier handelt. Andere Teile als der Unterkiefer sind bisher nicht aufgefunden worden. (Nach Osborn.)

Eine Wirbeltierklasse scheidet für die Jura-Formation seltsamerweise fast vollkommen aus: die der Amphibien. Die Zeit der großen Panzerlurche war offenbar endgiltig herum, kein Stück ist mehr nach Abschluß der Trias irgendwo gefunden worden. Der neu sich bildende, in seinen Anfängen noch so sehr geheimnisumsponnene Zweig der heutigen Nacktlurche scheint in seinen Anfängen, die wir im Jura erwarten müssen, ebensowenig große und auffällige Formen entwickelt zu haben, wie er es heute nach so langem Bestehen thut. Ein kleiner Kiemenlurch mit vier Beinen (Hylaeobatrachus) ist aus dem Wälderthon von Bernissart (Grenzschicht von Jura und Kreide), in dem das Riesengeschlecht der Iguanodonten liegt, beschrieben worden, — ein froschähnliches Tier (Eobatrachus) aus dem Jura von Nord-Amerika. Vorhanden war die Gruppe also wenigstens zu Ende der Formation ungefähr im heutigen Umfang, — irgend welche Rolle aber scheint sie nicht gespielt zu haben.

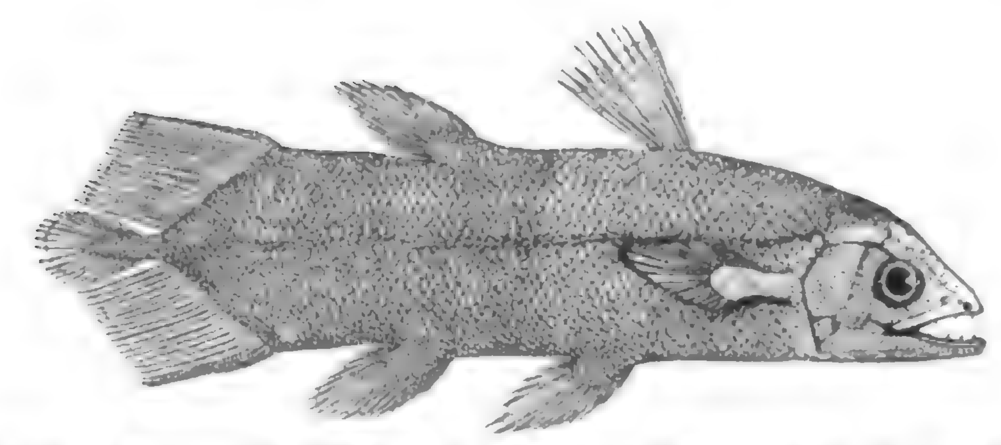
So bleibt uns als letzte Stufe im Wirbeltierbereich die kühle Welt der Fische. Nach dem Fischreichtum, der uns bereits in früheren Epochen entgegengetreten, ist es beinah selbstverständlich, daß auch das Jura-Meer im Sinne Homers „fischdurchwimmelt" war und daß die in unseren Nordlanden so weit verbreiteten marinen Ablagerungen grade dieser Epoche auffällig genug davon Zeugnis ablegen. Gleich aus der untersten Jura-Region, dem Lias, sind von Agassiz und Egerton 152 Arten beschrieben worden. Im mittleren braunen Jura ist das Sedimentmaterial der Erhaltung ungünstiger gewesen und hat durchweg nur isolierte Hartteile, wie Zähne und Flossenstacheln, überliefert. Dann aber, im weißen Jura, folgt mit dem herrlichen Terrain von Solenhofen auch für die Fische gleichsam ein Bilderwerk mit Tafeln in Naturselbstdruck, die jede Einzelheit des Umrisses wiedergeben. Der Leser erinnert sich wohl dessen, was früher über die Systematik der eigentlichen Fische (nach Ausschluß der besonderen Klassen der Röhrenherzen, z. B. Amphioxus, der Rundmäuler, z. B. Neunauge, und der nach den Lurchen überdeutenden Molchfische, z. B. Ceratodus) gesagt ist — vor allem ihrer Einteilung in die drei großen Unterklassen der Selachier, z. B. Haifisch, der Schmelzschupper oder Ganoiden, z. B. Stör, und der Knochenfische oder Teleostier, die die Hauptmasse aller unserer See- und Süßwasserfische umfassen, als deren Typus etwa der Hering dort, der Hecht hier gelten mag. Von diesen drei Gruppen blühen die beiden ersten, älteren üppig fort, während die dritte zum erstenmal in ausgedehnterem Maße auf den Plan tritt.

Haifischzähne liegen allenthalben in der Formation zerstreut. In Solenhofen sehen wir auch die ganzen Gestalten, darunter zum erstenmal jene grotesken Gesellen, die als Unterordnung der Rochen (Rajae) von den eigentlichen Haien unterschieden werden, aber ebenfalls echte Selachier sind. Sie leisten unter diesen, was die Seezungen bei den Knochenfischen



Ein Roche (Fisch) aus der Jura-Zeit.
Das vorzüglich erhaltene Exemplar (Spathobatis mirabilis aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt). mißt 1,7 m. Es wird im Museum zu München aufbewahrt. Nah verwandte Arten (Rhinobatis) leben heute noch.

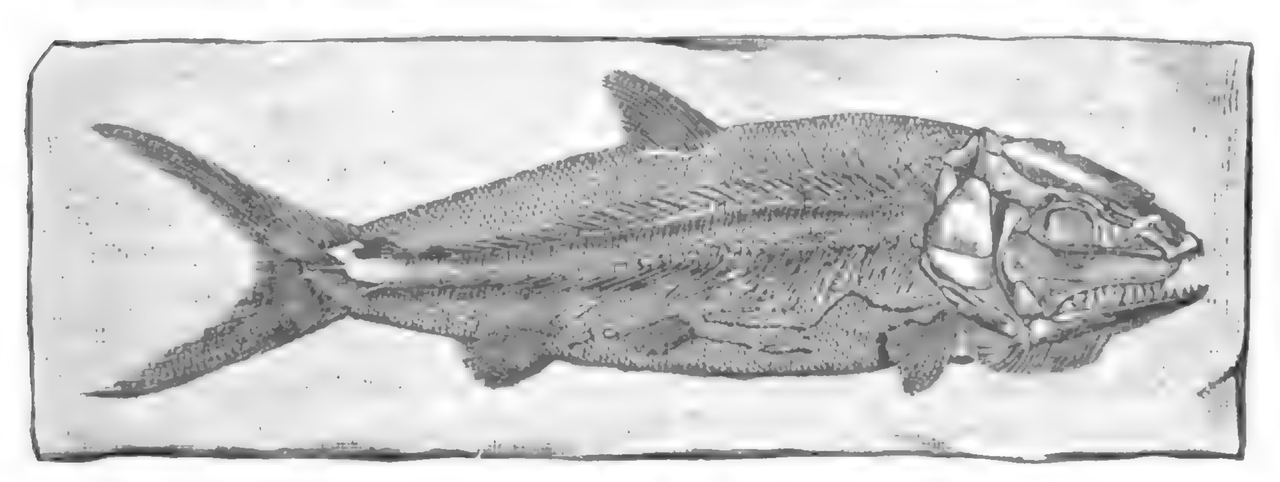
zu Wege bringen: statt des im freien Wasser jagenden Haies erscheint ein plattes, im Sande des Meeresbodens tückisch verborgenes Scheusal mit senkrecht nach oben lauernden Augen, das in seiner versteckten Lage zu dem Gebiß noch die unheimlichsten Waffen besonderer Art führt, bald elektrische Apparate, die kleinere Tiere unmittelbar durch blitzartige Entladungen zu töten vermögen, bald furchtbare Schwanzstacheln, die ein Ruck dem auftretenden Gegner ins Fleisch schlägt und die selbst einen Menschen vor Schmerz beinah von Sinnen bringen können. Unser Bild zeigt einen solchen Rochen aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt, den Spathobatis mirabilis. Es kommen Exemplare von ihm bis zu 2 m vor, was allerdings immer erst die halbe Größe der heutigen Sägerochen (tropischer Sägefisch, Pristis pectinatus) und Teufelsrochen (Dicerobatis Giornae im Mittelmeer) ausmacht. Aus der unteren Kreide ist bereits ein Roche bekannt, der wenigstens im Skelettbau unserem Zitterrochen (Torpedo) entspricht, so daß es nicht unmöglich bleibt, daß die in der organischen Welt so seltene



Ein niedrig entwickelter Fisch (aus der Ordnung der Crossopterygier) der Jura-Zeit.
Die einzige heute noch lebende verwandte Fischgattung ist Polypterus Bichir, der Flösselhecht im oberen Nil. Bild S. 255).
Die hier dargestellte ausgestorbene Art ist Undina acutidens aus dem Juraschiefer von Solenhofen, rekonstruiert in etwa 1/3 natürl. Größe von Reis.

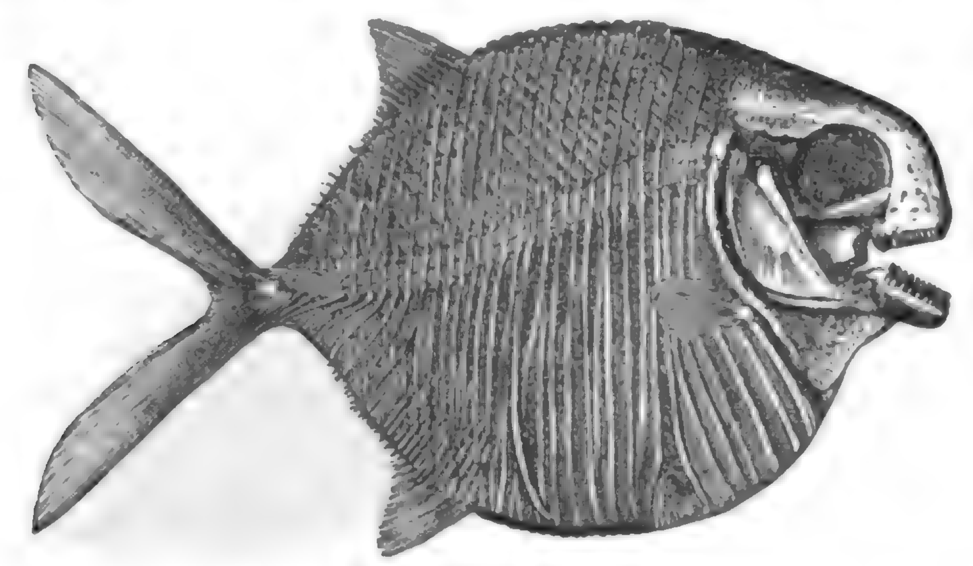
Ausnützung der Elektricität zu Verteidigungszwecken schon uralt ist. Auch ein den Selachiern im System lose angehängter, äußerlich wie innerlich aber höchst eigenartiger Urfisch unserer heutigen Meere, die sogenannte Seekatze (Chimaera) blühte im Jura in einer ganzen Masse von Arten und hat gewaltige Reste von bizarrster Form hinterlassen, darunter im englischen Lias Köpfe von allein 1/2 m Länge, die auf der Stirn eine Art Einhorn von fast 1/3 m Länge trugen.

Unter den Ganoiden oder Schmelzschuppern leben im Jura-Meer die schönsten Arten in Menge. Von der uns vertrautesten Ordnung, den Stören, finden sich allerdings nur vereinzelte Reste aus der Familie der Löffelstöre (Spatularidae) im englischen Lias. Dafür tummelten sich allenthalben im Salzwasser die Vorfahren der heute nur noch in ein paar Süßwasserwinkeln fast verschollen lebenden Flösselhechte (Polypterus), Knochenhechte (Lepidosteus) und Kahlhechte (Amia), über die bereits auf



Ein Fisch der Jura-Zeit.
Die dargestellte Art, der Caturus elongatus aus dem oberen Jura (1/6 natürl. Größe), gehört zu der den Ganoiden oder Schmelzschuppern (Störe u. a.) zugezählten Ordnung der Amiadae, die heute nur noch durch eine einzige Gattung, den Kahlhecht Amia in Amerika, lebend vertreten ist.

S. 255 eingehend geredet ist. Der Leser sieht im Bilde die Undina acutidens von Solenhofen, die sich am nächsten an unsern Flösselhecht in Afrika anschließt und höchst merkwürdige Flossen zeigt. Die heutigen Knochenhechte Nord-Amerikas stellten mit ihren damaligen massenhaften Vertretern einen so integrierenden Teil der gesamten Meerbevölkerung dar, daß man heute von einem vollkommenen Niedergang reden darf. Darunter waren karpfenähnliche Formen wie Lepidotus, die 1,70 m lang und 0,64 m breit wurden. Aus der Verwandtschaft der Kahlhechte (Amia), die heute auch bloß im nordamerikanischen Süßwasser in einer einzigen Gattung erhalten sind, sei der Caturus elegans abgebildet. Er glich etwa einem



Ein Fisch der Jura-Zeit:
der zur Unterklasse der Ganoiden oder Schmelzschupper gehörige Gyrodus hexagonus aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt-Solenhofen.
(½ natürl. Größe.)

Lachs, mit dem er aber, als einem echten Knochenfische, keineswegs direkt verwandt ist. Ähnliche Caturus-Arten wurden bis 1 m lang (C. maximus), wobei die mächtigen Schwanzflossenlappen 0,37 m voneinander abstanden. Es war eine gefräßige Gesellschaft, in deren Leibern man noch jetzt die Speisereste versteinert sieht; ein Exemplar im Münchener Museum trägt sogar noch einen halb verschluckten kleinen Hering im Rachen, bei dessen Herabwürgen es umgekommen sein muß. Ganz aus dem Bilde heute noch existierender Ganoiden heraus fällt der Gyrodus, ein wunderlicher Fisch mit hohem, seitlich zusammengedrücktem Leibe, der im Solenhofener Schiefer häufig ist. Die abgebildete Art ist eine der kleinen, — andere, wie Gyrodus circularis, wurden bis 1 m lang.

Im ganzen und großen sind die Selachier und Ganoiden noch in der Oberhand im Fischgewimmel des Jura-Meeres, und die Knochenfische (Teleostei) treten zwar hervor, überwiegen aber nicht annähernd so wie heute. Relativ am zahlreichsten drängen sich aus ihrer Reihe die Heringe

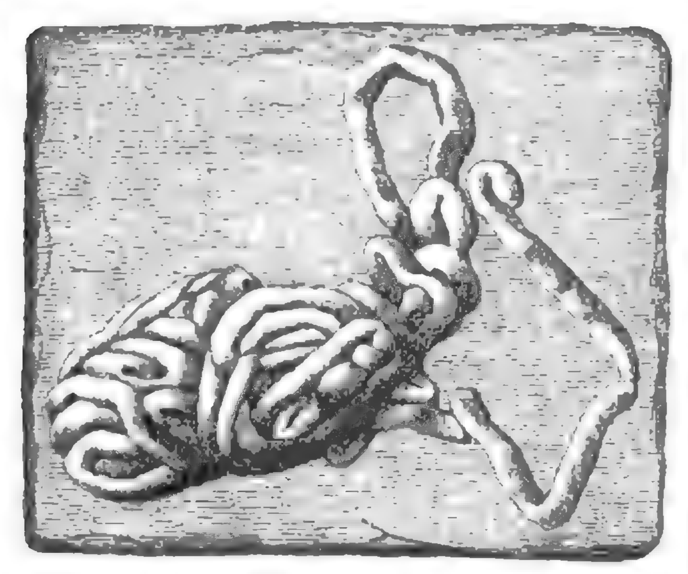
(Clupeidae) an, denen somit der Ruhm zukommt, zuerst die höchste Fischgruppe mit Energie in unbegrenzter Individuenzahl vertreten zu haben. Es sind zumeist kleine Tiere, die größten im Solenhofener Schiefer bis 25 cm lang (Leptolepis), doch kommen auch stattlichere Arten mit enorm weit öffenbarer Mundspalte vor (Thrissops), in deren Bauch noch zahlreiche der winzigen, ganz verschluckten Leptolepis-Heringe stecken.

Wenden wir uns jetzt den vielverzweigten, formenreichen Stämmen der Wirbellosen zu, so sind, wie erklärlich, die Überraschungen hier geringer, da, wie wir früher gesehen haben, die meisten Gruppen bereits längst angelegt, ja zum Teil schon in vorausgehenden Erdepochen über ihre Hochblüte weit hinaus entwickelt waren.

Nirgendwo ist im Jura Mangel an jenen kleinen, aber durch ihre Massenanhäufung doch erdgeschichtlich bedeutsamen Tieren niedriger und allerniedrigster Art wie den einzelligen Protozoen und den Cölenteraten. Zahllose mikroskopisch kleine Foraminiferen und Radiolarien aus dem Kreise der Urtiere lassen sich im Thonschiefer und Kieselgestein der Formation nachweisen. Ganze Schichten, wie der Spongitenkalk der Schwäbischen Alb, enthalten fast nur die Skelette von Schwämmen. Zu derselben Zeit, der Bildungsepoche des weißen Jura, als diese Schwammfelder lebend den Seegrund erfüllten, türmten sich nahe dabei hohe Korallenriffe in Süddeutschland, andere standen im schweizerischen und französischen Jura, und selbst noch bei Hannover ragt am Lindnerberg der Rest eines solchen Riffs. Völlig verschwunden sind aus diesen Korallendomen die alten nach dem Vierer-System gebauten Formen: es herrschen die Sechsstrahler (Hexacoralla), die auch heute noch die einzig überlebenden sind.

Zu den charakteristischen Würmern unserer heutigen Meere gehören die Serpeln (Serpulidae), die in lederartigen oder kalkigen Röhren an Muscheln, Korallen, Seetang oder Steinen festzuhaften pflegen. Wo immer ein Kalkgehäuse auftaucht, da ist auch Versteinerungsmöglichkeit gegeben. Und so sehen wir in den Serpeln den ausnahmsweisen Fall, daß auch der weiche Wurm sich noch im alten Gestein kenntlich macht. Sogleich erscheint er in ungeheuren Massen. Steine wie Muschelschalen, Korallen, harte Schwämme und die losen Skelettteile toter Tintenfische zeigen sich von den krausen Windungen der Serpelröhren bedeckt, und um die Wende zur Kreide haben stellenweise ihre Kalkschalen ganze Gesteinsschichten gebildet (Serpulit). In Solenhofen, wo es beinah nichts „Versteinerungsunfähiges“ mehr gegeben zu haben scheint, haben sich vereinzelt auch wirklich weiche Würmer erhalten, doch ist es in der Regel nicht möglich gewesen, etwas Sicheres über ihre Natur festzustellen. Der Leser sieht eine Probe wurm-

ähnlicher Gebilde des Ortes (Lumbricaria colon), über die es alle nur denkbaren Hypothesen giebt, ohne daß eine Entscheidung möglich wäre. Es sind formlose Würste bis zu Federkieldicke und von beträchtlicher Länge. Agassiz riet auf Fischgedärme, Goldfuß auf Schnurwürmer (Nemertini), andere auf die ausgespieenen Gedärme von Seegurken (gewisse Seegurken speien, wenn sie angegriffen werden, buchstäblich ihre Eingeweide aus). Zittel hält dafür, daß es nicht direkt Würmer, wohl aber Exkremente solcher (Anneliden) seien. Gewisse dünnere Reste gleichen auch sehr stark gewissen Eingeweidewürmern.



Angebliche Reste von Würmern aus der Jura-Zeit: sogenannte Lumbricaria (Lumbricus = Regenwurm) aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen. (Natürl. Größe.)

Der rätselhafte Stamm der Armfüßer (Brachiopoda) tritt, wenigstens was die Formenfülle anbetrifft, im Jura bereits zurück und bietet für unsere rasche Betrachtung keine bemerkenswerten Neuerungen mehr. Großartig aber ist noch immer das Bild, das der Kreis der Stachelhäuter gewährt. Der Leser erinnert sich, was Seite 289 ff. über den Typus der Seelilien gesagt wurde. In den Meeren der Jura-Zeit wiegten sich ihre größten, herrlichsten Vertreter. Es war die noch heute in ein paar Arten verspätet fortvegetierende Familie der Pentakriniden, die es damals in unserem süddeutschen Ocean zu ganzen Wäldern zum Teil riesengroßer Formen brachte. In den Liasbrüchen von Boll und Holzmaden, die uns schon als die große Katakombe der Ichthyosaurier begegnet sind, bewahrt der Schiefer die prächtigsten Abdrücke. Noch gewahrt man im Münchener Museum auf einer solchen Platte ein Stück eines verkohlten Baumstammes, der, einst im Meeresgrunde irgendwo versunken, einer solchen Pentakriniden-Kolonie zur Anheftungsstelle gedient hat. Das Holz umklammern unten zäh die gekrümmten Stiele, während sich auf jedem nach oben frei die verzweigte Fiederkrone erhebt. Ähnlich ist bei Reutlingen die enorme Tübinger Platte zu Tage gekommen, die Quenstedt als „Schwabens Medusenhaupt“ beschrieben hat. Ein wahres Stück Pentakriniden-Wald ist hier erhalten: Hunderte von Individuen dicht ineinander verschlungen über eine Fläche von 8 m Länge und 5 m Breite weg, — darunter ein Bündel von 24 Exemplaren, deren größtes aufgewickelt einen Stiel von siebzehn Metern Länge ergiebt. Nur

unter besonderen Umständen, so muß man annehmen, konnten diese im Leben schon leicht zerbrechlichen, im Tode aber sofort dem Zerfall in tausend winzige Kalkplättchen geweihten Naturwunder sich so unversehrt erhalten. Ein Ort, wo es geschehen konnte, wäre vor allem Solenhofen gewesen, aber grade dort waren sie bereits vor dem immer seichter werdenden Terrain geflüchtet, als die konservierenden Kalkniederschläge begannen, so daß sich kein Stück mehr findet. In jenen so reichen Ichthyosaurusschichten des süddeutschen Lias und im englischen Dogger dagegen wird man wohl besonders an die Nachbarschaft großer Flüsse denken müssen, die zeitweise, nach großen Regenfällen, jählings ein ungeheuer verstärktes Schlammmaterial ausspieen und mit einem Schlage einen ganzen Pentakrinidenwald dieser Art zäh verkleisterten und lebendig begruben, ehe die Kalkteilchen sich noch zerstreuen konnten.

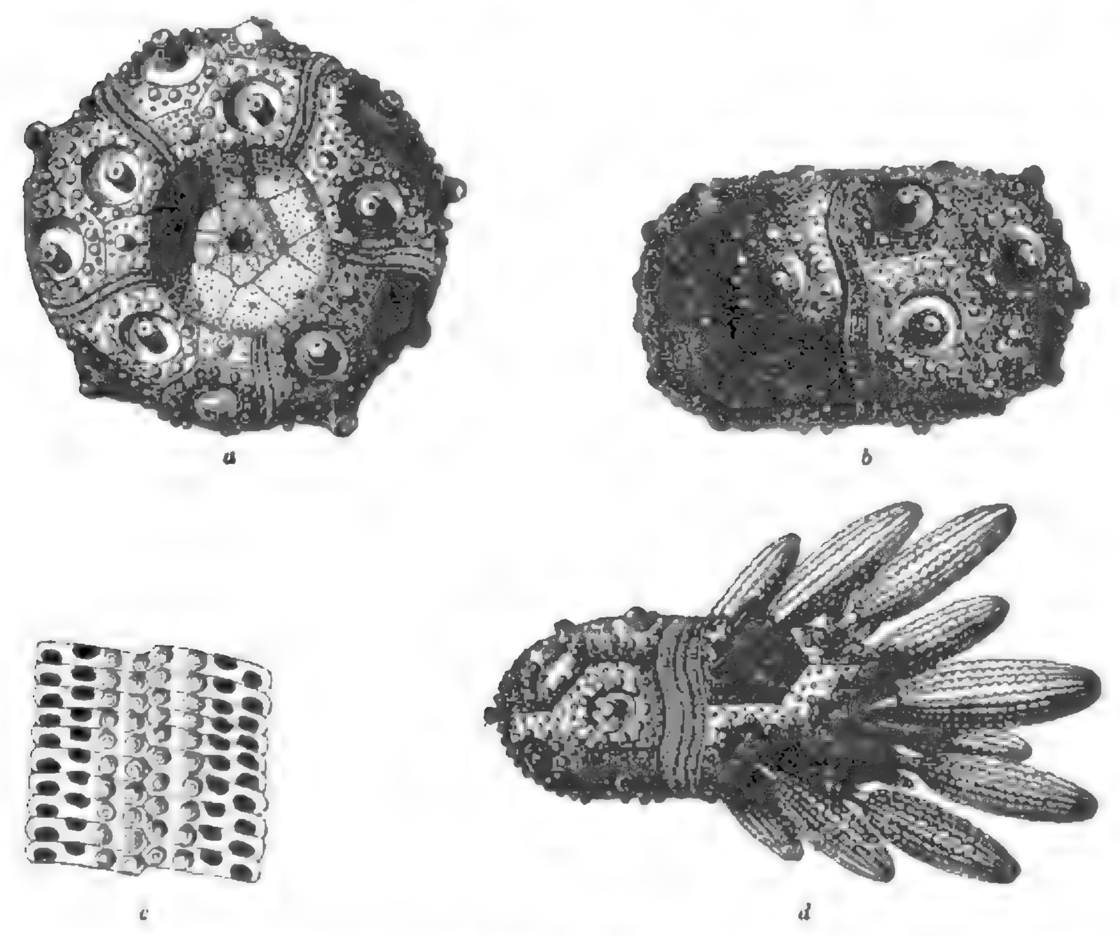


Eine Seelilie (Tier) der Jura-Zeit.

Die hier in der Mitte dargestellte Art (Pentacrinus Briaroides) gehört einer Gattung an, die versteinert schon in der Trias-Zeit vorkommt, in einigen Arten aber noch heute lebend gefunden wird. Die Stielglieder links sind von P. basaltiformis, rechts von P. subangularis. Sämtliche Exemplare stammen aus dem unteren Jura (Lias).

Neben diesen enorm langstieligen, aber vielleicht grade deshalb auch bedrohtesten und vergänglichsten Riesen-Pentakriniden wuchs in Jura-Meeren noch eine zweite, in einem einzigen letzten Mohikaner ebenfalls noch fortgesetzte Familie der echten Seelilien, die grade umgekehrt gar keine oder wenigstens nur ganz kurze, derbe Stiele entwickelte: die Eugeniakriniden (Eugeniacrinidae) und Holopiden (Holopidae), als deren Sprößling

der lebende stiellose Holopus Rangi aus dem Westindischen Meere gilt. Und ein noch wirksameres Mittel gegen das Abgerissenwerden und Umbrechen erreichte in derselben Zeit schon durch glückliche Anpassung die Familie der Comatuliden (Comatulidae), Seelilien, die nur in der Jugend noch den echten Pentakriniden-Typus zeigen, dann aber wie eine Blume vom



Schale eines regulär gebauten echten Seeigels (Tier aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Jura-Zeit:

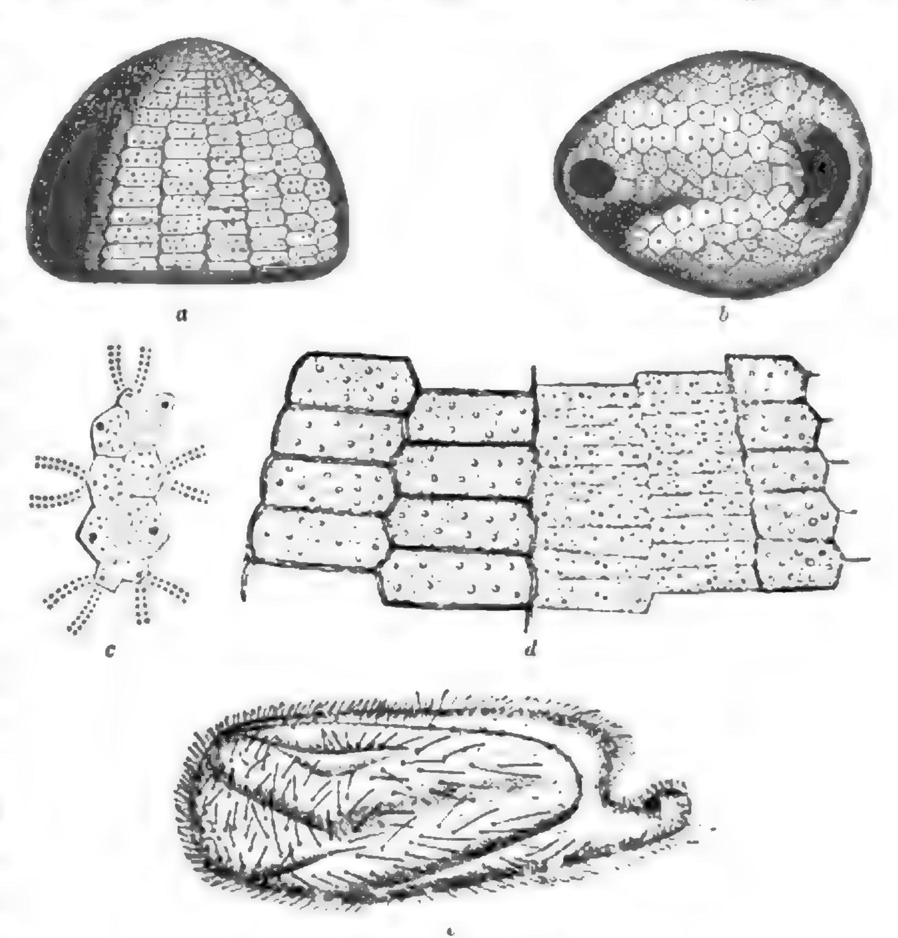
Cidaris coronata aus dem weißen Jura von Hossingen in Württemberg.

Bei *a* das ganze Tier von oben (genau in der Mitte der After), bei *b* von der Seite: beide ohne Stacheln. Unten bei *d* ein restauriertes Exemplar mit den (bei den Versteinerungen der Seeigel meist abgebrochenen und isoliert zerstreuten) Stacheln; links bei *c* ein stark vergrößertes Stück eines sogenannten Ambulakralfeldes. Die Ambulakralfelder bilden in der eigentlichen Schale oder Corona des Seeigels (d. h. dem auf der Figur links oben das mittlere Stück, in dem sich die Afteröffnung befindet, umschließenden, mit dicken Warzen gezierten Teile) die schmalen Streifen zwischen den viel breiteren, mit den Warzen bedeckten Interambulakralfeldern. Während letztere solid sind, zeigen die Ambulakralfelder feine Löcher zum Durchstrecken der auf S. 285 beschriebenen Saugfüßchen.

Stengel sich vom Stiel lösen, um fortan frei umherzukriechen. Diese Gruppe hat es damals nicht nur beim Rückgang des deutschen Jura-Meeres in Solenhofen ausgehalten und ihre zierlichen „Haarsterne“ in das große Urkundenbuch des lithographischen Schiefers pflichtschuldigst eingezeichnet, sondern sie ist als einzige im ganzen Seelilien-Bereich bis heute in voller Blüte in allen Meeren geblieben — ein Beweis wieder, wie kleine, aber

anpassungsfähige Formen die größten und in ihrer Art raffiniertesten, doch dabei konservativen zu überleben verstehen.

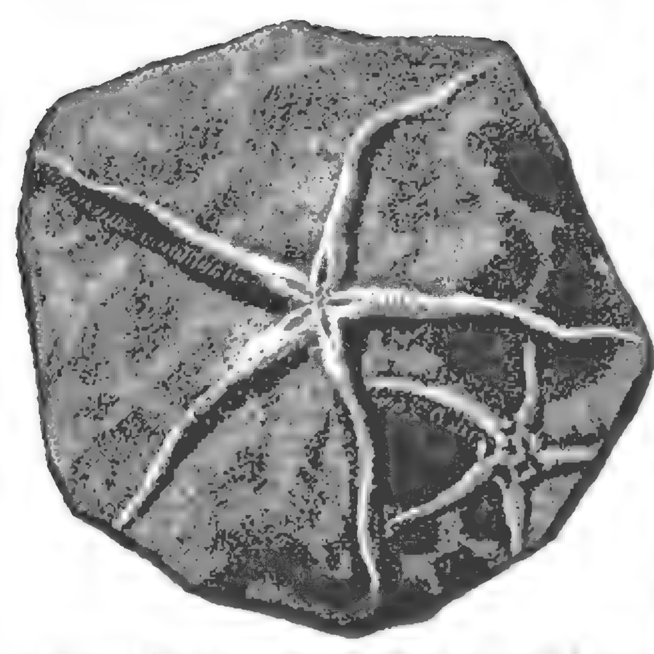
Unter den Seeigeln des Jura zeigen sich zum erstenmal im Bereich der jetzt allein noch vorhandenen Euechinoidea (echten Seeigel, im Gegensatz zu den schon in der Trias ausgestorbenen Alt-Seeigeln oder Palechinoidea) auch irreguläre Formen, d. h. solche, bei denen Mund und After nicht mehr genau die beiden Gegenpole in der Kugel bilden, sondern zunächst der After und vielfach dann auch der Mund sich so bewegen, daß schließlich keiner von beiden mehr im Pol und wohl beide gar auf derselben Seite liegen. Das erste unserer Bilder zeigt in der schönen Cidaris coronata eine reguläre Form: der After liegt bei der Figur oben links deutlich in der Mitte, und senkrecht unter ihm hat man sich den Mund als Gegenpol zu denken. Anders steht es bei der oben dargestellten Ananchytes ovata, die allerdings aus der Kreide stammt, aber sehr gut zum Ausdruck bringt, was bei der Seeigel-Entwickelung schon im Jura als entscheidende Wendung sich anbahnte. Wie die zweite Figur der oberen Reihe (der Seeigel von unten gesehen) zeigt, liegen hier in ganz irregulärer Weise beide Öffnungen auf derselben, und zwar der unteren



Schalen von irregulär gebauten echten Seeigeln aus der Kreidezeit und aus der Gegenwart.

Oben vier Figuren zum Bau der Ananchytes ovata aus der weißen Kreide von Haldem in Westfalen. *a* und *b* ist die ganze Schale in 1/3 der natürlichen Größe von der Seite und von unten: bei der Unteransicht sieht man, daß im Gegensatz zu den regulär gebauten Seeigeln (z. B. S. 516) hier Mund und After beide auf derselben Seite liegen. *c* ist das Scheitelschild (vergrößert), *d* Ambulakral- und Interambulakraltafeln (vergl. die Erklärung des Bildes S. 516) von der Seite der Schale in natürlicher Größe. Darunter sieht man in *e* die lebende, eng verwandte Art Pourtalesia miranda (nach Leunis-Ludwigs Synopsis der Zoologie) aus der Tiefsee.

Seite: der After ist bis hierher herabgerückt, und der Mund hat, obwohl er seine Seite nicht verlassen hat, doch wenigstens auch den Platz im Mittelpunkt aufgegeben. Die Cidaris-Schale giebt gleichzeitig eine Vorstellung der keulenartigen Stachelwehr solcher Jura-Igel, — verwandte Arten wie Hemicidaris leisteten darin das denkbar Sonderbarste und Größte.



Seesterne (Tiere aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Jura-Zeit:
Asterias lumbricalis aus dem unteren Liassandstein von Walzendorf im Koburgischen.
Die Gattung Asterias ist heute noch mit über 100 Arten in allen Meeren der Erde lebend verbreitet.

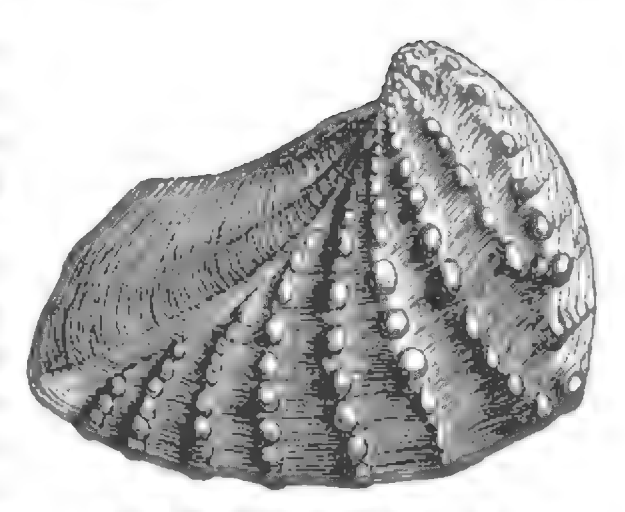
Seesterne treten an mehreren Stellen des Jura in großen Massen auf, und zwar bereits im Lias mit zahlreichen Formen, die heute noch unsere Meere bevölkern. Die abgebildete Art Asterias lumbricalis gehört zu den im deutschen Lias reich verbreiteten, aber trotz ihrer Individuenzahl durchweg nur in dieser groben, fast strukturlosen Form als Steinkern oder roher Abguß erhaltenen. Viel schönere Reste liegen im oberen Jura, darunter im Solenhofener Schiefer in tadelloser Erhaltung auch Vertreter der zierlichen Ordnung der Schlangensterne.



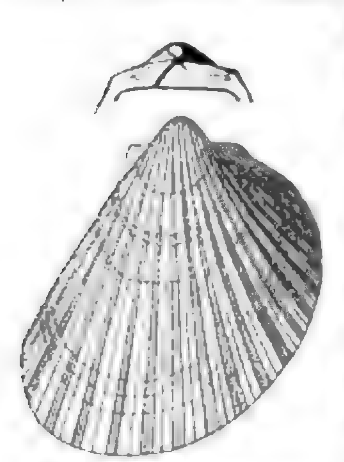
Eine Muschel aus der Jura-Zeit.
Diese seltsam geformte Muschel gehört einer Familie (Chamidae) an, die in der Jura- und Kreide-Zeit eine große Rolle gespielt hat, heute aber nur noch in einer einzigen Gattung erhalten ist, den sogenannten Lazarusklappen (Chama). Die dargestellte fossile Art ist Diceras arietinum aus St. Mihiel, Meuse. (2/3 der natürl. Größe.)

Ein Blick auf die Weichtiere (Mollusken) mag das Bild der wirbellosen Meerfauna des Jura abschließen. Er zeigt noch manches Interessante. Unter den Muscheln treten die Austern hervor, die große Bänke bilden genau wie heute. An den Korallenriffen saßen in Masse die seltsam gewundenen Hörner der Diceraten (Diceras arietinum), heute nur noch in der einen Gattung der Lazarusklappen (Chama) auf der Erde vertreten. Die schönsten Muscheln der Zeit aber waren die Trigonien

(Trigonia navis), fast dreieckige Gesellen mit enorm dicker Schale, die oft verwitternd schwer bestimmbare Steinkerne hinterließen. Auch dieses damals so auffällige Geschlecht ist heute nur noch in verkümmertem Rest an den Küsten Australiens erhalten, drei lebende Arten gegen hundert fossile! Unsere Bilder zeigen noch eine Feilenmuschel (Lima) der Jura-Zeit. Unsere lebenden Lima-Arten, die im System nahe zu den allbekannten Pilgermuscheln (zu Ragoutschalen in der Küche verwertet) gehören und an der Mittelmeerküste gegessen werden, sind nur ein schwacher Abglanz der Fülle von damals.



Eine Muschel aus der Jura-Zeit.
In den Meeren Australiens leben heute noch ein paar Arten, alle einer einzigen Gattung angehörig (Trigonia), aus einer alten und höchst merkwürdigen Muschel-Familie, den Trigoniidae, die im Mittelalter der Erdgeschichte, lange vor Auftreten des Menschen, ihre Blutezeit feierten. Die abgebildete fossile Art ist Trigonia navis aus dem unteren braunen Jura von Gundershofen im Elsaß. Die Trigonia-Arten sind durch hervorragende Schönheit ausgezeichnet. Die Familie bietet im ganzen denselben merkwürdigen Fall, den unter den Wirbeltieren der Molchfisch Ceratodus, das Ur-Reptil Hatteria, die Schnabeltiere (Ornithorhynchus und Echidna) und die Beuteltiere darlegen: nach ursprünglicher weiter Verbreitung über die Erde (in sehr alten Zeiten) schließlich ein Verdrängtwerden bis auf wenige, in dem kleinen Winkel der australischen Fauna gerettete Formen.



Eine Muschel aus der Jura-Zeit.
Die dargestellte Art (Lima pectinoides aus dem unteren Lias von Balingen in Württemberg; natürl. Gr.) gehört einer Familie (Limidae) an, die in der Jura- und Kreide-Zeit ihren Höhepunkt erreichte (aus der Kreide allein kennt man 250 Arten), während sie gegenwärtig (mit etwa 40 Arten) stark zurückgegangen ist. Die heute lebende Lima squamosa oder Feilenmuschel dient an der Mittelmeerküste als Nahrungsmittel, eine andere sehr schöne Art, die nordische Lima hians, zeichnet sich dadurch aus, daß sie sich aus Holz, Steinen, Korallen u. a., die durch abgesonderte sogenannte Byssusfäden des Tieres zusammengeknotet werden, regelrechte Nester erbaut, in denen sie vor den Angriffen besonders der Fische vollkommen geschützt ist.

Aus der überreichen, aber für die rasche Übersicht durchweg belanglosen Welt der Schnecken sei wenigstens eine der schönen Pleurotomarien (Pleurotomaria bitorquata) abgebildet. Hier ist das Mißverhältnis zwischen Vergangenheit und Gegenwart bis zu dem Punkte gediehen, daß die fossilen Reste in Masse zur Verfügung stehen, während die Schalen der paar überlebenden Arten zu den Seltenheiten ersten Ranges in Conchylien-Sammlungen gehören.

Etwas länger verweilen müssen wir diesmal wieder bei der wichtigsten Weichtier-Gruppe, den Kopffüßern. Schwer macht man sich einen Begriff davon, welche Unmassen tintenfischähnlicher Geschöpfe die Jurameere bevölkert haben müssen. Wo immer uns in Magenresten und versteinerten Kotballen



Eine Schnecke aus der Jura-Zeit.
Schon in frühester Zeit der Erdgeschichte (im Kambrium) tritt die Familie der Pleurotomariidae auf, um im Devon bereits 100 Arten zu erzeugen. Heute leben nur noch zwei Gattungen (Scissurella und Pleurotomaria), von deren zweiter die paar in großen Tiefen bei West-Indien, Ost-Indien und Japan vorkommenden Arten zu den größten Seltenheiten unserer Sammlungen gehören. Die hier dargestellte fossile Art ist Pleurotomaria bitorquata aus dem mittleren Lias von Calvados.

etwas sichtbar wird von der alltäglichen Nahrung der Haupträuber des damaligen Oceans, der Fischsaurier und der echten Raubfische, da sind es Kopffüßer und wieder Kopffüßer. Kein Wunder, daß Schalen solcher Kopffüßer, zahllos zerstreut wie sie in den Schichten liegen, auch für den späten Jura-Forscher allenthalben die „Leitfossile“ bilden, d. h. die charakteristischen Versteinerungen zum Abgrenzen und zum Wiedererkennen der einzelnen Gesteinslagen innerhalb der großen Formation.

In erster Linie bleiben natürlich unsere alten Freunde, die Ammonshörner, bedeutsam, — im engern nach wie vor geteilt in die beiden Hauptgruppen der Nautiloideen und der eigentlichen Ammonoideen. Die erstere Gruppe hat jetzt in gewissem Sinne bereits erreicht, was sie heute noch auszeichnet: sie ist nach Aussterben aller jener Orthoceras, Gomphoceras, Cyrtoceras u. s. w. (vergl. S. 299) durchaus nun schon beschränkt auf die eine heute noch erhaltene Gattung Nautilus. Freilich ist der Formenreichtum innerhalb dieser einen Schablone noch ein enormer. Eine des halben Hunderts bekannter Arten, den Nautilus Franconicus, zeigt unser Bild hier. Vielfach kommen mit den schönen Schalen auch die eigentümlichen Schnäbel der Nautilustiere selbst in den Juraschichten vor. Unsere lebenden echten Tintenfische, die sonst durchweg so wenig feste Teile an sich tragen, besitzen doch hornige Kiefern, die (da die untere die längere ist) etwa die Gestalt eines umgekehrten Papageischnabels haben. Bei den fossilen Nautiloideen (wenigstens von der Steinkohle an) wiesen diese Schnäbel aber auch noch zum größeren Teil eine solide Verkalkung auf, so daß sie sich vortrefflich erhalten konnten, — eine Verkalkung, die, nachdem man sie aus den Resten längst kannte, übrigens bis zu



Eine echte Nautilusschale aus dem oberen Jura.
Über das Nautilus-Tier von heute vergleiche Bild und Text S. 295. Die hier abgebildete ausgestorbene Art ist der Nautilus Franconicus von Staffelstein in Franken.

gewissen Grenzen dann auch bei dem lebenden Nautilus pompilius nachgewiesen worden ist.

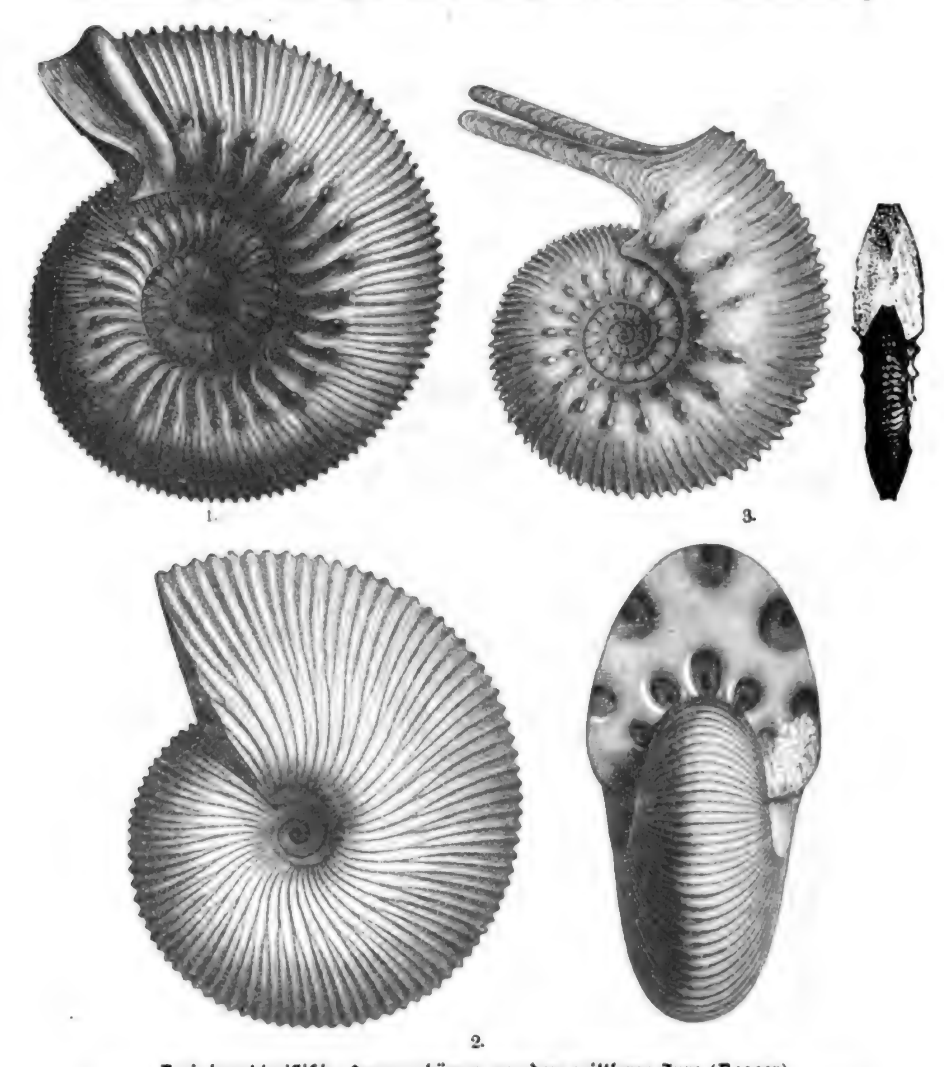
An der Pracht der jurasischen Ammonoideen wird selbst das ungeübte Laienauge nicht teilnahmlos vorübereilen können. Die sechs charakteristischen Muster aus allen drei Abteilungen des Jura, die auf Seite 521 bis 523 gegeben sind, zeigen eine Kunstvollendung des Schalenbaues, die gewiß unseren schönsten menschlichen Ornamenten an die Seite gestellt werden kann. Wenn man sich dazu ausmalt, daß einzelne Arten (z. B. aus der abgebildeten Gattung Arietites) es bis zu einem Meter im Schalendurchmesser brachten und daß nichts im Wege steht, diesen herrlichen Formen auch prachtvolle, dem heutigen Weiß und Rot des Nautilus entsprechende Farben zuzuschreiben, so wird man den Verlust solcher Kunstwerke der Natur für unsere Meere nur aufs lebhafteste beklagen können. Dabei müssen es äußerst regsame, bewegliche Tiere von wahrscheinlich nicht geringer Intelligenz gewesen sein. Überall in den Schichten merkt man am plötzlichen Kommen und Gehen ihre Wanderlust. Um den Beginn der Jura-Formation zumal schwärmen aus irgend einem Meeresteil, dessen Sedimente vorläufig nicht entdeckt sind, zahllose ganz neue Arten nach



Zwei charakteristische Ammonshörner (Schalen von Tieren aus der Verwandtschaft unserer Tintenfische) aus dem unteren Jura (Lias).

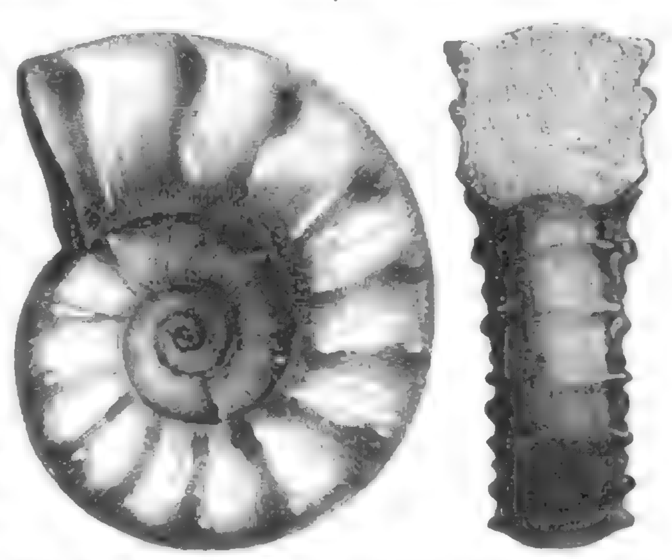
Oben der Arietites bisulcatus aus dem unteren Lias, links von der Seite, rechts von vorn. Unten der Amaltheus margaritatus aus dem mittleren Lias.
(Beide Figuren nach d'Orbigny.)

Norden herüber, so daß es in den Fossilreihen aussieht, als sei wirklich zwischen Trias und Jura ein haarscharfer Strich mit Weltuntergang und Neuschöpfung gezogen, während in Wahrheit sich offenbar nur der Wandermut eines kraftstrotzenden Geschlechts verewigt zeigt, der jede Ausbreitung des Meeres, jede Eröffnung einer, wenn auch nur schmalen Wasserverbindung



Drei charakteristische Ammonshörner aus dem mittleren Jura (Dogger).
Fig. 1 das Stephanoceras Humphriesianum aus Bayeur, Fig. 2 der Macrocephalites macrocephalus von der Seite und von vorn, Fig. 3 das Cosmoceras Jason von der Seite und von vorn. (Alle Figuren nach d'Orbigny.)

von Ocean zu Ocean alsbald als glücklichste Gelegenheit zu Entdeckungsfahrten in neue Jagdgründe grüßt. Unsere Bilder, alle nach den mustergiltigen Zeichnungen des französischen Forschers d'Orbigny angefertigt, zeigen Vertreter dreier Haupt-Familien: der Ägoceratiden (Arietites bisulcatus aus einer Gruppe von 130 Arten im unteren Lias), der Amaltheiden (Amaltheus margaritatus ist eine von 80 über den ganzen Jura verbreiteten Arten) und der äußerst formenreichen, über Jura und Kreide in prächtigen Gattungen ausgestreuten Stephanoceratiden (als Beispiele vor allem das Stephanoceras Humphriesianum, dann der Macrocephalites macrocephalus, das Cosmoceras Jason und das Aspidoceras perarmatum, welch letzteres vom braunen Jura bis zur unteren Kreide allein 100 direkte Artgenossen besitzt) Ich muß mir in diesem Zusammenhang versagen, die kurze Vorstellung dieser paar Proben aus einem Material, mit dem ganze Museen eng vollgestapelt liegen, zu erweitern durch eingehende Darlegung der vielen darwinistisch hochinteressanten Detailstudien, zu denen die Ammonshörner Anlaß gegeben haben, seitdem die natürliche Entwickelung und der Stammbaum der Organismen wissenschaftliche Probleme geworden sind, — es würde zu weit führen und zu viel Einzelheiten an Vorkenntnissen beim Leser erfordern, — abgesehen davon, daß das meiste auch bei allem Werte doch noch im Fluß ist. Wie schwer das Forschen trotz des riesenhaften Materials bleibt, mag ein kleiner Fall lehren. In erstaunlichen Massen finden sich an manchen Orten, besonders im oberen Jura und der unteren Kreide, gewisse kalkige Schalen, die im gröbsten Ansehen an gewisse Muscheln erinnern, bald einzeln, bald symmetrisch zu zweien vereinigt, alle ungefähr dreieckig mit bogenförmigem Außenrand, bald glatt, bald mit Parallelfurchen. Man hat sie Aptychus genannt, die Schichten, die sie gelegentlich ganz erfüllen, heißen danach Aptychenschiefer. Seltsamerweise zeigen sich nun solche Aptychen, einzelne wie doppelte, vielfach auch in der Wohnkammer der Ammonoideen, und die Vermutung drängt sich auf, daß sie ursprünglich alle zum Inventar eines solchen Ammonstieres gehört haben möchten. Aber was sollen sie dort für eine Rolle gespielt haben? Die Deutungen schwanken



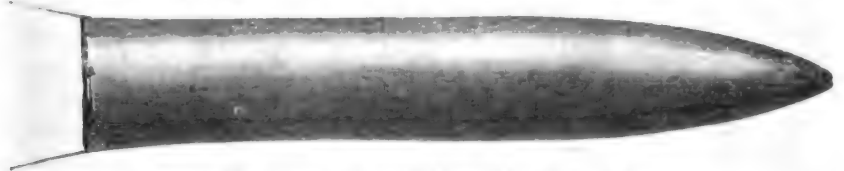
Ein charakteristisches Ammonshorn aus dem oberen Jura (Malm):
das Aspidoceras perarmatum von der Seite und von vorn. (Nach d'Orbigny.)

in der tollsten Weise. Bald wird an diese, bald an jene Funktion gedacht. Und daneben steht ein Heer von Deutungen, die überhaupt die Zugehörigkeit zum Ammonstier leugnen. Die Arbeiter in den Solenhofener Steinbrüchen nennen die sonderbaren Fossile einfach „Ochsenklauen“. Aber das führt nicht weiter. Ein so feiner Kenner wie d'Orbigny rekonstruierte die Ochsenklauen als Schalen jener S. 280 schon einmal erwähnten, festgewachsenen Krebse, die als Entenmuscheln oder Rankenfüßer (Cirripedia, z. B. Lepas anatifera) bezeichnet werden, — Tiere, die übrigens, wie wir unten sehen werden, aus Solenhofen schon in viel besseren und unverkennbaren Resten erhalten sind. Deluc und Bourdet rieten auf Fischkiefer, Parkinson und Schlotheim auf echte Muscheln, Oken auf Würmer, Deslongchamps und andere auf innere Schalen echter, zweikiemiger Tintenfische. H. v. Meyer kam wenigstens schon darauf, irgend ein parasitisch in Ammonshörnern lebendes Tier darin zu suchen. Rüppel endlich sprach sie als die wirklichen Deckel der Ammonstiere selbst an. Dem traten kompetente Urteiler wie Owen und Beyrich bei. Aber noch immer schwankten die Meinungen. Der eine riet auf Stützen, der andere auf Deckel innerer Organe, vor allem die verkalkten Deckel gewisser Drüsen, die bei dem lebenden Nautilus vorkommen und wahrscheinlich zur Absonderung der Eihüllen dienen (Nidamentaldrüsen), — womit allerdings alle mit Aptychus versehenen Ammonoideen Weibchen sein müßten, was eine etwas seltsame Forderung ist. Wieder andere Forscher meinten Unterkiefer oder Kopfknorpel zu erkennen. Nach Braun und Siebold hatte man im Aptychus die Schale des winzigen Männchens vor Augen, das parasitisch im Innern der riesigen, ganz anders starken Schale des Weibchens mit gehaust haben sollte. Gegenwärtig haben bedingte Geltung nur noch die beiden Hypothesen, daß die Aptychen die äußeren Deckel der Ammonshörner, oder daß sie eine innere Separatschale zum Schutz jener Nidamentaldrüse gewesen seien. Am plausibelsten ist die erstere Annahme, — bewiesen ist sie auch noch nicht. Der Leser aber wird nach dieser Probe ein Gefühl dafür übrig haben, welche halsbrecherischen Wege die ganze Ammoniten-Forschung vorerst noch zu wandeln hat, — so groß auch die Hoffnungen sind, die grade auf sie und ihr unschätzbar reiches Material nach wie vor gesetzt werden müssen.

So üppig die Ammonshörner im Jura-Meer blühten: sie waren nicht mehr die einzigen vom Kopffüßerstamme, die sich in seinen blauen Fluten tummeln durften. Für ein neues Geschlecht war der Tag angebrochen: das Geschlecht der Belemniten. Belemnon heißt im Griechischen so viel wie Geschoß oder Pfeil. So deutet der Name auf pfeilförmige, mehr oder minder spitz zulaufende, cylindrische Formen. Wir sahen (S. 299), wie die später so schön gerollten Nautiloideen in grauer Urzeit auch mit langgestreckten Gehäusen auftraten (Orthoceras). Aber Belemnit und aufgerollter

Nautilus haben (unmittelbar wenigstens) nichts miteinander zu thun. Eine ganz neue und ganz abweichende Bildung tritt uns entgegen. Der Nautilus und das Ammonstier waren tintenfischähnliche Tiere, die in einer festen Schale saßen. Der Belemnit ist ein echter Tintenfisch, der eine komplizierte Schale als inneres Skelett im Leibe trägt, also statt in der Schale zu sitzen, sie selber mit seinen Weichteilen umfaßt.

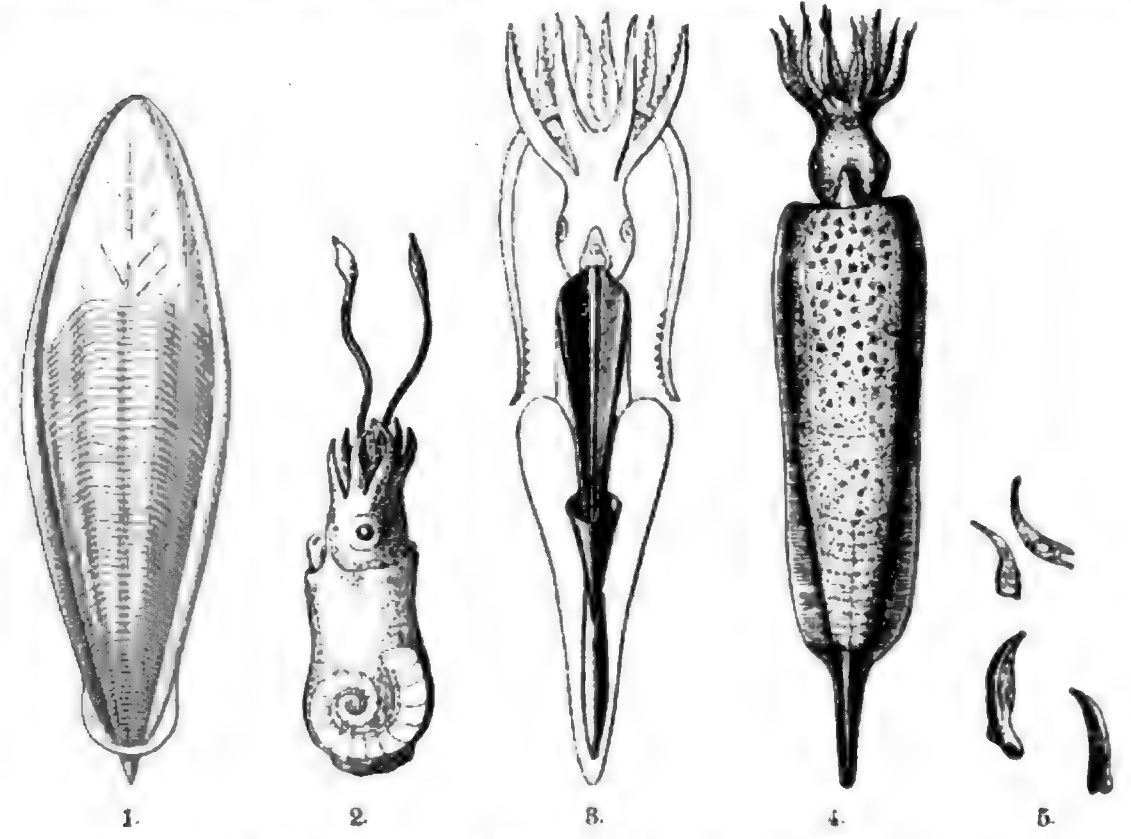
Ein charakteristischer Teil dieser Belemnitenschale ist dem Leser wahrscheinlich ganz gut bekannt, obwohl er sich dessen vielleicht nie bewußt geworden. Das Bild zeigt einen sogenannten Donnerkeil oder Teufelsfinger. Man findet ihn in der Hokuspokus-Apotheke der Kräuterfrau und des quacksalbernden alten Schäfers auf dem Lande. Der Blitzschlag soll ihn erzeugt haben und die wunderbarsten Heilwirkungen (z. B. gegen Alpdrücken) werden ihm zugeschrieben. Aber es giebt Orte genug, wo es auf der Hand liegt, zu sehen, wes Kind dieser sonderbare Steincylinder in



Ein Donnerkeil oder Belemnit der Jura-Zeit.
Die als „Donnerkeil“ bezeichnete, äußerst häufig vorkommende Versteinerung stellt nichts anderes dar als den hintersten Teil des Kalkgerüstes einer ausgestorbenen Gruppe von Tintenfischen. Die hier dargestellte Art ist der Belemnites paxillosus aus dem mittleren Lias.
(Nach d'Orbigny.)

Wahrheit sei. Unsere schönste deutsche Insel, Rügen, mag es vor allem lehren. Wenn du von der Höhe von Stubbenkammer herabkletterst zu dem geröllumtürmten, schmalen Strandstrich, der, von der Brandung naß, den schneeweißen Koloß des ragenden Kreidefelsens säumt, — wenn du da unten Stein um Stein musterst zwischen den trocknenden Fischernetzen, die grünen Seetangbüschel wegschiebst über den abgerollten Trümmern der bröckelnden Kreidewand und dem von fern hierher verschlagenen sonstigen Mineralgewirre, dann grüßt dich zwischen den angeschwemmten Muschelschalen der heutigen blauen Ostsee, die da draußen in die Weite sich dehnt, eine seltsame, uralte Welt. Da liegen schwarze Feuersteinknollen, vom Regen losgewaschen aus der steilen Kreidewand der Stubbenkammer, die sie in regelmäßigen Schichten durchsetzten. Sie danken ihren Ursprung den zusammengebackenen Schälchen winziger Urtiere (Radiolarien) und den Nadeln kieselhaltiger Schwämme der Kreide-Formation. Dazwischen tauchen, ebenfalls dem Kreideverband lose entrollt, walnußgroße, zierlich gezeichnete Kugeln auf: Schalen von Seeigeln derselben Zeit. Und als drittes Glied im Bunde finden sich denn endlich auch massenhaft die Donnerkeile. Wenn du selber nicht die Geduld hast, am Boden auf schlüpfrigem Geröll zu

suchen im Angesicht eines so einzigartig schönen Landschaftsbildes, so werden dir die kleinen, schmutzigen Fischerjungen schon bald ganze Mützen voll der sonderbaren Steinfinger für ein paar Groschen zusammentragen. Wohl mag, wenn über dem schwankenden Buchenkranz der Höhe da oben ein Gewitter tobt, mancher Blitz seinen Flammenstrahl wider diese gebrechliche



Fünf Figuren zur Naturgeschichte des Tintenfisches, zu dem die sogenannten Donnerkeile (Belemniten) gehörten.

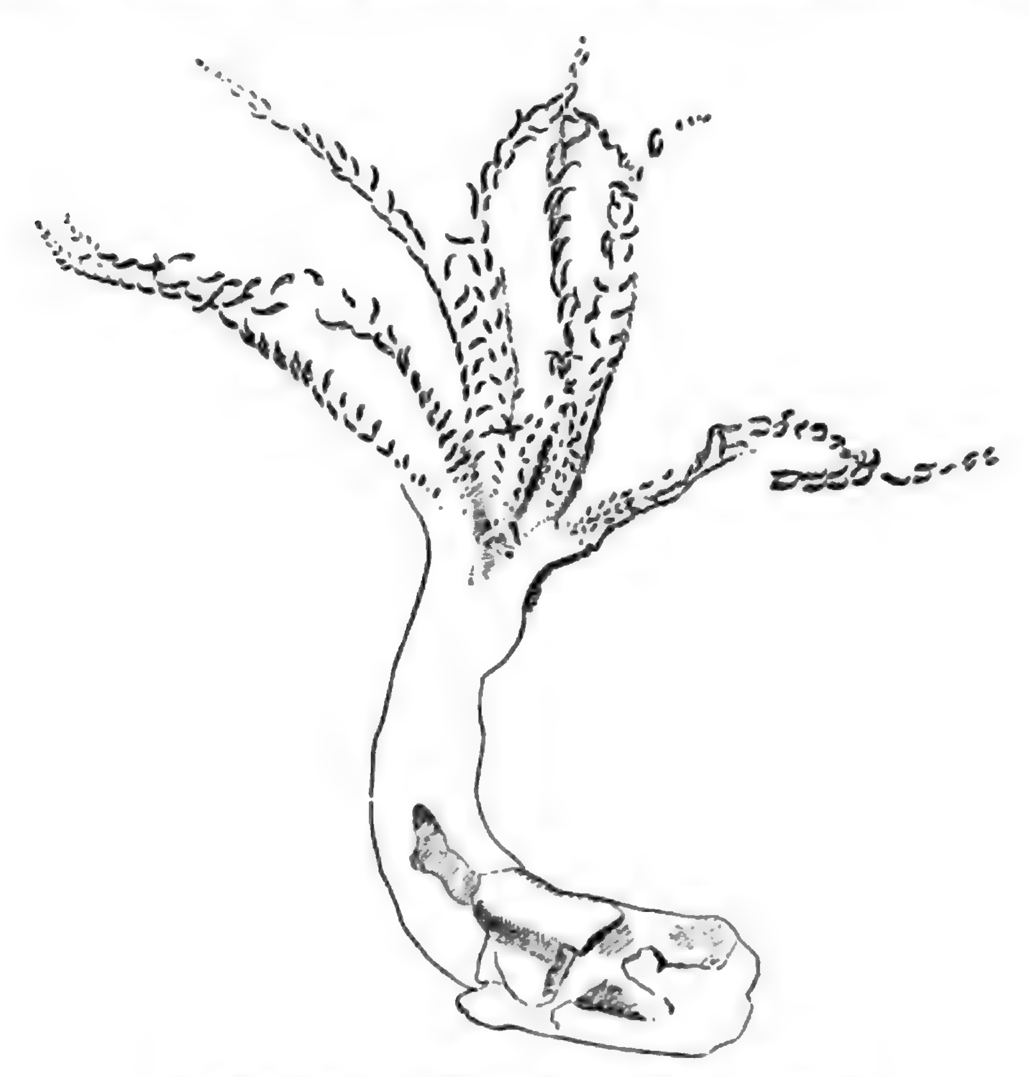
Fig. 1 zeigt das kalkige Schild, den sogenannten Schulp (weiße Sepia), aus dem Leibe des heutigen typischen Tintenfisches, der Sepia officinalis. Fig. 2 ist der einzige heute noch lebende echte (zweikiemige) Tintenfisch, der ein spiraliges Gehäuse mit Luftkammern und Sipho (vergl. S. 286) im Innern trägt: das sogenannte Posthörnchen (Spirula). Fig 3 giebt den inneren Skelettbau eines Belemniten. Man sieht unten die cylindrische Scheide (Rostrum), den eigentlichen Donnerkeil. In seiner oberen Höhle steckt ein kürzerer Cylinder, der innen Luftkammern und einen Sipho wie die Schale der Spirula besitzt (Phragmocon) und sich nach oben blattartig zu einem der Sepia entsprechenden Schulp (Proostracum) erweitert. Fig. 4 endlich zeigt einen ganzen Belemniten der typischen Gattung Belemnites von außen, wie ihn Huxley nach einem fast vollkommen erhaltenen Exemplar aus dem englischen Lias rekonstruiert hat: unten tritt die Spitze des Donnerkeils vor; oben sieht man den Kopf mit den großen Augen, den kurzen, dornigen Fangarmen um den Mund und der Öffnung des Tintenbeutels. In Fig. 5 sind die hornigen Häkchen, die noch erkennbar die fleischigen Fangarme bewehrten, vergrößert.

Kreideruine zucken und in tiefer Furche schollerndes Gestein herniederreißen. Aber der Donnerkeil, der da, aufgerissen aus einer Ruhe von Jahrmillionen, mit in die Tiefe rieselt, ist kein Erzeugnis dieses Blitzes selbst: er wie die Feuersteinknollen, wie die Seeigel hat schon vor den Gewittern des Kreide-Oceans sich mit raschen Stößen rückwärts schwimmend in die ungestörte Tiefe gerettet: der Donnerkeil ist nichts anderes als ein Stück des inneren Kalkskelettes eines echten Tintenfisches der Sekundär-Zeit.

Ehrhardt um 1724 riet zuerst auf eine solche Herkunft. Hundert Jahre später stellte Voltz die wahre Natur sicher fest. Heute ist man in keiner Weise mehr im Zweifel, und einzelne fast ganz erhaltene Exemplare haben so gut wie jeden erwünschten Aufschluß gegeben. Die fünf instruktiven Figuren des nebenstehenden Bildes zeigen die Details des Baues beim typischen Belemniten in ausreichendem Maße. In Fig. 4 sieht man das ganze Tier von außen, wie es Huxley rekonstruiert hat. Der Gesamtanblick erinnert sehr stark an unseren echten Tintenfisch (z. B. S. 611). Was auffällt, ist die Spitze unten. Diese Spitze verrät denn auch ein inneres Gerüst, wie es allerdings unser gemeiner Sepia-Tintenfisch nicht besitzt. Der Kopffüßer, dem wir unsere so vielfach verwerteten Sepiaplatten verdanken und der mit seinen Verwandten an der Mittelmeerküste eine wichtige Volksnahrung bildet, trägt im weichen Leibe nur den in Fig. 1 abgebildeten Schulp, eben die Sepia. Auch der Belemnit hat einen solchen Schulp im Leibe (auf Fig. 3 das sogenannte Proostracum). Aber dieser bildet nur die obere, blattartige (an den Exemplaren meist zerbrochene) Erweiterung einer echten gekammerten, von einem Sipho durchzogenen Schale, die, ohne Krümmung spitz zulaufend, als Phragmocon ebenfalls in dem weichen Leibe sitzt und nach unten mit ihrer Spitze in die obere Höhlung eines dritten, soliden Skelettstücks, der Scheide (Rostrum) paßt. Diese unterste Scheide bildet die Spitze des Tieres in Fig. 4 und ist zugleich recht eigentlich erst der „Donnerkeil“.

Unter allen echten Tintenfischen der Gegenwart (d. h. den zweikiemigen Kopffüßern im Gegensatz zu dem vierkiemigen Nautilus, vergl. S. 296), giebt es nur eine einzige Gattung, die im Innern ihres Leibes ein wenigstens ähnliches Phragmocon-Gehäuse mit Luftkammern und Sipho trägt: das zierliche Posthörnchen (Spirula), das in Fig. 2 geboten ist. Es lebt sehr verborgen in den großen Tiefen der tropischen Meere, z. B. Spirula Peronii in der Südsee, ein kleiner, ohne Fangarme nur 5½ cm langer Tintenfisch von roter Farbe, der eine schön perlmutterglänzende, lose gekrümmte Schale in sich birgt und als ganzes Tier zu den seltensten Museumsobjekten gehört. Fossile Belemniten kennt man allein von der typischen Familie Belemnitidae in etwa 350 Arten, worunter im braunen Jura Tiere mit beinahe meterlangen „Donnerkeilen“ waren, deren Gesamtlänge man also mit 2½ m kaum zu gering ansetzen wird. Denkt man sich einen solchen Riesen mit einem entsprechenden Tintenbeutel (die Reste zeigen Spuren davon) ausgerüstet, so mag er unter Umständen sogar einem Ichthyosaurus durch jähe Trübung des ganzen umgebenden Wassers ein Schnippchen geschlagen haben. Mittelgroßen Fischen und Krebsen gegenüber war er jedenfalls selbst ein höchst bedenklicher Angreifer. Trotzdem scheint es, als sei das allzu solide Innengerüst mehr und mehr als Ballast erkannt und ausgeschieden worden. Wenigstens finden wir bereits im Jura

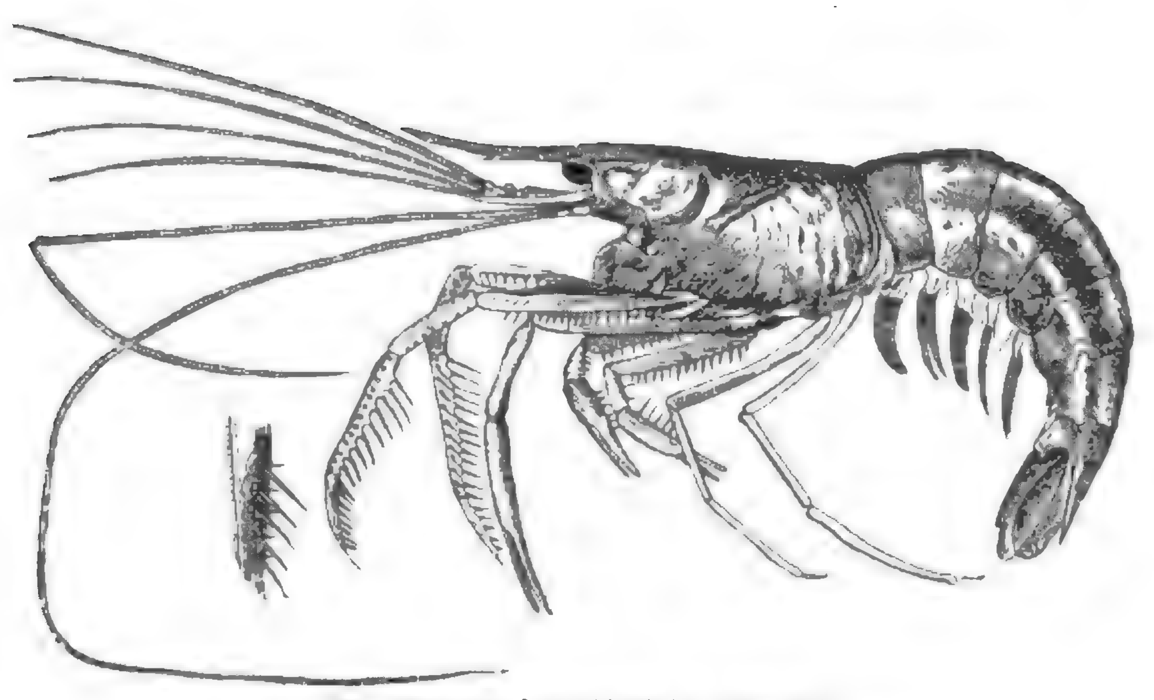
parallel zu den Belemniten an Orten, wo die Erhaltung auch ganz weicher Tiere möglich war, wie in Solenhofen, die Abdrücke von Vorfahren unseres heutigen Achtfußes (Octopus), also des Tintenfisches, der von allen am wenigsten Skelett hat und sogar des Sepiaschulps entbehrt. Ein schönes Muster ist die krallenbewehrte Acanthoteuthis speciosa des lithographischen Schiefers, die ebenfalls nur acht Arme und gar kein Skelett



Ein skelettloser, achtfüßiger Tintenfisch der Jura-Zeit
aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt.
Die dargestellte Art (Acanthoteuthis speciosa, $^1/_2$ der natürl. Größe) gehört zu der Unterordnung der Octopoda und damit in die nächste Verwandtschaft unseres gemeinen Seepolyps Octopus vulgaris.

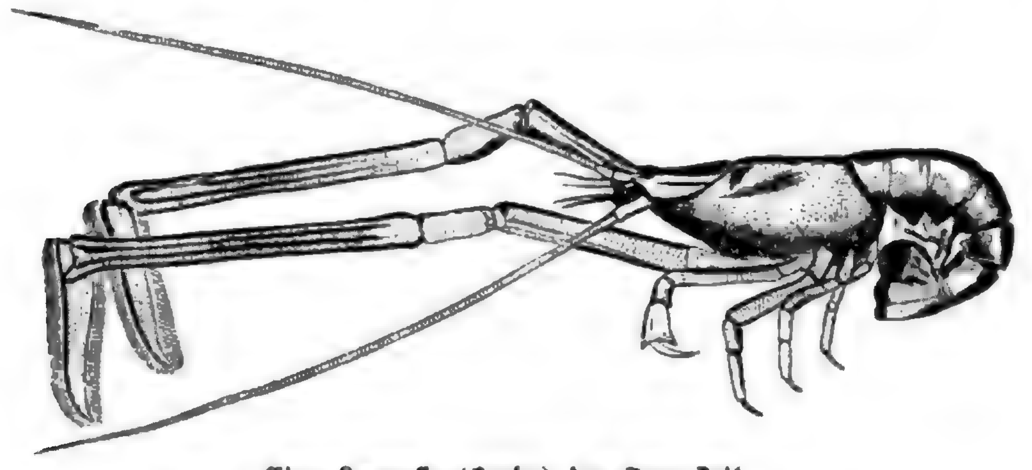
besitzt. Die eigentlichen Belemniten sind im Tertiär ganz ausgestorben, und nur jenes Posthörnchen (Spirula) kann in gewissem Sinne wenigstens als noch lebender Vertreter der Gesamtgruppe der Tintenfische mit innerer, gekammter Schale, zu der sie gehörten (Phragmophora), gelten.

Der nackte Achtfüßer eben hat uns auf einen Moment nach Solenhofen zurückgerufen. Wir können dort bleiben, wenn es gilt, unser Jura-Bild durch einen letzten Blick auf den Kreis der Gliedertiere abzurunden.



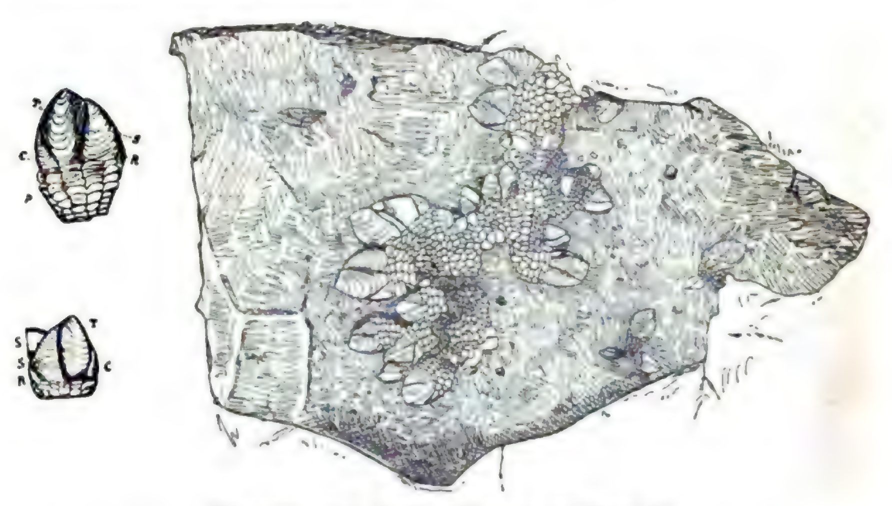
Eine Garneele („Krabbe") der Jura-Zeit:
der Aeger tipularius von Eichstätt. (½ der natürl. Größe.)

Zahlreiche Krebse tummelten sich in jenen kalkreichen Buchten aus dem späten Jura und prägten ihre Umrisse ebenso exakt ab wie die Ganoidfische und die Flugeidechsen. Aber es sind längst nicht mehr die fremdartigen, asselartigen Typen von einst: die Trilobiten und Seraphim-Ungestalten. Aus der Verwandtschaft dieser ganzen paläozoischen Gespensterwelt blüht schon damals einzig noch der auch heute erhaltene Zweig der Molukkenkrebse (Limulus). Ein Solenhofener Vertreter ist schon S. 204 im Bilde mitgeteilt, er war relativ klein gegenüber den lebenden Arten. Neben diesen immerhin sonderbaren, wie wandelnde Köpfe anzuschauenden Urkrebsen aber regt es sich im gleichen Seichtwasser allerorten von äußerst vertrauten Gestalten: Garneelen, Langusten und Hummern, den bekanntesten und beliebtesten aller Krebstiere. Unser erstes Bild zeigt eine



Eine Languste (Krebs) der Jura-Zeit:
der Mecochirus longimanus von Eichstätt. (½ der natürl. Größe.)

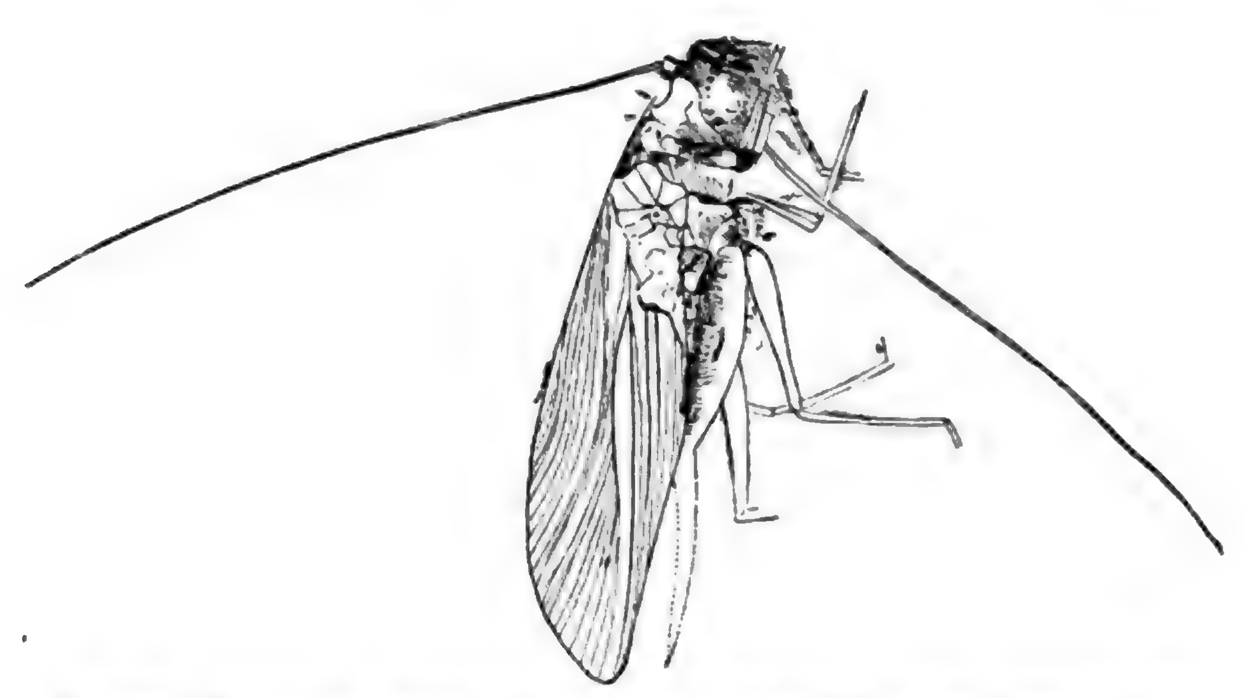
gewaltig große Garneele, also eine unmittelbare Verwandte unserer schmackhaften kleinen „Krabben“ (Crevetten), — den Aeger tipularius von Eichstätt. Das zweite Bild stellt daneben einen Vertreter der scherenlosen Langusten vom gleichen Ort, den Mecochirus longimanus, der im Leben mit seinem enorm langen ersten Beinpaar einen besonders lustigen Anblick gewährt haben muß. Die heute allerbekannteste Familie, die Astacomorpha, zu der unser Hummer und Flußkrebs gehören, war ebenfalls bereits durch zahlreiche Gattungen im Bildungsgebiet des lithographischen Schiefers vertreten.



Reste sogenannter Entenmuscheln aus der Jura-Zeit.

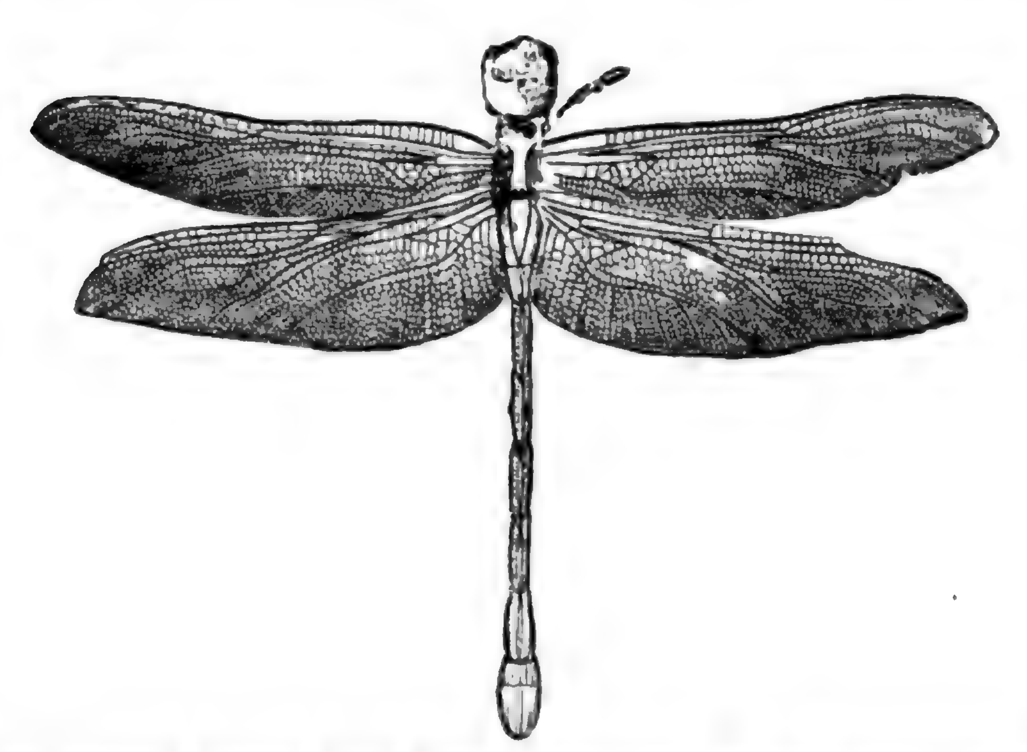
Die noch lebenden Entenmuscheln haben nicht das geringste mit echten Muscheln oder überhaupt dem Kreise der Mollusken zu thun, sondern stellen eine höchst sonderbare Anpassungsform der Krebse dar, bei der das Tier, das durchweg in eine feste Schale gehüllt ist, mit dem Kopfende vermittelst eines biegsamen Stieles auf seiner Unterlage (Steine, Holz, Korallen u. s. w.) festwächst. Die dargestellte Art ist Archaeolepas Redtenbacheri aus dem lithographischen Schiefer von Kehlheim in Bayern. (Links zwei Einzelexemplare, rechts eine Gruppe von etwa 30 Tieren, beides in natürlicher Größe.)

Echte „Krabben“ (d. h. kurzschwänzige Krebse, denen sehr im Widerspruch zum norddeutschen Volksgebrauch der Name Krabben oder Taschenkrebse zoologisch zukommt) sind im Jura erst in zweifelhaften Anfängen (Prosopon aus der Verwandtschaft unserer Wollkrabbe Dromia) vorhanden gewesen. Üppig dagegen blühten offenbar jene wunderlichen, schon so früh angelegten Pflanzenkrebse: die mit einem Kopfstiel an allerhand lebenden und leblosen Gegenständen im Wasser angewachsenen Entenmuscheln (Lepadidae), denen man, wäre ihre Jugendentwickelung nicht die eines typischen Krebses, im Alter die Krusternatur kaum noch ansehen würde. Wie ein Haufen Tannenzapfen liegen sie zu Dutzenden und mehr im litho-



Ein echter Grashüpfer (Locusta speciosa) der Jura-Zeit aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt.

Zur Gattung Locusta gehört unsere allbekannte grüne Heuschrecke (Locusta viridissima), die also auf eine sehr lange Vergangenheit (bis in die Zeit der Ichthyosaurier) zurückblicken kann.



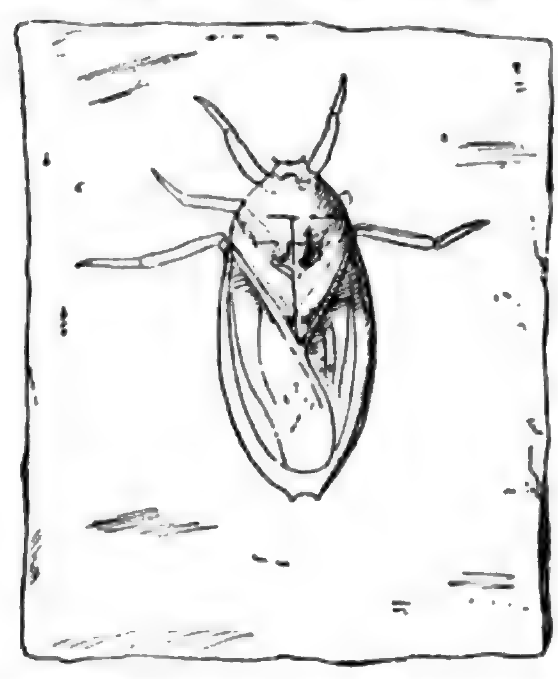
Eine prachtvoll erhaltene Libelle (Petalia longialata) aus dem oberen Jura von Solenhofen.

($^2/_3$ der natürl. Größe.)

Diese Wasserjungfern der Jura-Zeit erreichten zum Teil eine außerordentliche Größe und haben sich in vorzüglichen Abdrücken erhalten. Sie müssen damals schon in Masse verbreitet gewesen sein und namentlich die seichten Buchten des Solenhofener Jurameeres umschwärmt haben. Das hier abgebildete Exemplar befindet sich im Münchener Museum.

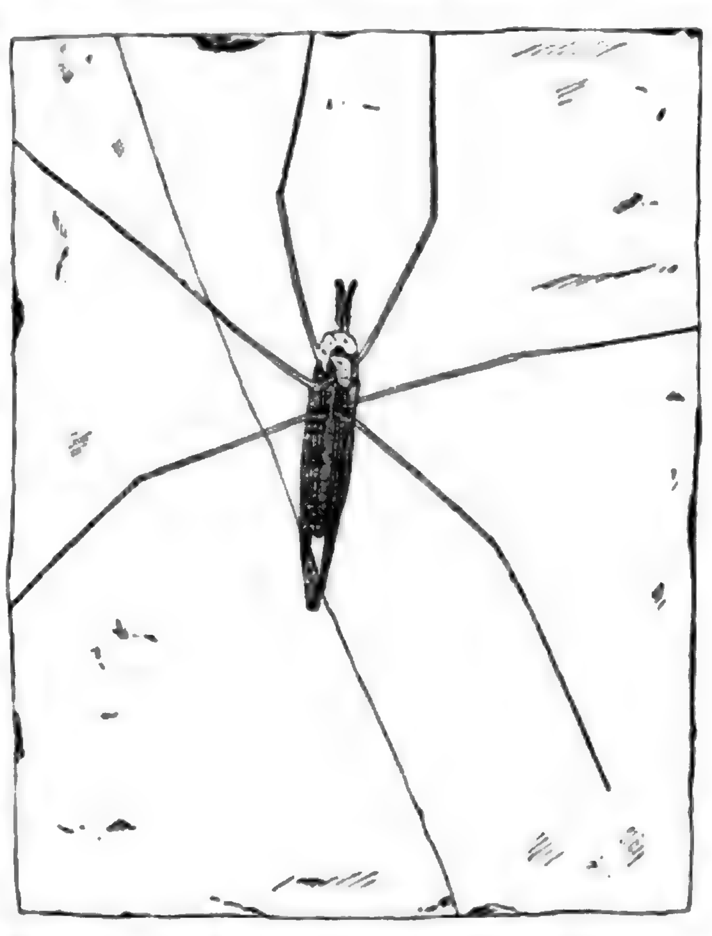
graphischen Stein, offenbar als ganze Kolonie mitsamt dem schwimmenden Holzstück, von dem sie wie Früchte herabbaumelten, im Kalkschlamm begraben.

Wenn man hört, daß Solenhofen eine reiche Insektenfauna liefere, so braucht man nicht zu denken, damals sei die Scheu vor dem Leben im Salzwasser, die fast alle heute lebenden echten Insekten kennzeichnet, überwunden gewesen. Die Libelle gaukelte gewohnheitsmäßig über den sonnenbeglänzten Buchten und fiel naturgemäß oft tot hinein. Schmetterlinge, Käfer, Heuschrecken, geflügelte Ameisen trieb der Wind einzeln und in Schwärmen auf die See hinaus, wie es heute noch geht. Im einsamen Ocean begegnen dem Schiffer verflatterte Falter des Festlandes. An der Küste Rügens fand ich wochenlang jedes angespülte Tangbündel, jedes lose schwimmende Stück Holz besetzt mit zahllosen Coccinelliden (Marienkäferchen), die als schiffbrüchige Opfer eines ins Meer verwehten wandernden Schwarmes dieser zierlichen Geschöpfe durchnäßt das Land wieder erreichten. So mag auch damals alles, was nur fliegen konnte, gelegentlich in die Kalksedimente des Solenhofener Meeres geraten sein, und vielleicht nur gewisse Wanzen aus dem Geschlecht der Wasserläufer haben es gemacht wie der heute noch im Stillen Ocean häufige Halobates sericeus und sind direkt auf der Wogenfläche herumspaziert. Durchweg gilt von den Insekten des Jura dasselbe wie von den Krebsen: sie zeigen bereits wohlvertraute Formen aus allen nur denkbaren Familien. Ein Kind schon wird in der abgebildeten Locusta speciosa eine Schwester unseres allverbreiteten grünen Heupferdes (Locusta viridissima) erkennen. Hauptsächlich durch ihre imponierende Größe unterscheiden sich von den heute gaukelnden Libellen die „Schladenvögel“ oder „Stangenreiter“, wie die Arbeiter in den Steinbrüchen von Solenhofen die meist breit aufgefalteten Jura-Libellen nennen. Von Wanzen sei eine im lithographischen Schiefer sehr häufige, also wohl meerbewohnende Wasserwanze (Scarabaeides deperditus) abgebildet



Eine Wasserwanze aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt in Bayern (Jura-Zeit). In allen stehenden Gewässern finden sich bei uns die eigentümlichen platten Wasserwanzen verwandter Art: der wegen seines Stiches sehr ungemütliche Wasser-Skorpion (Nepa cinerea) und die ähnlich bewehrte Schwimmwanze (Naucoris cimicoides). Die hier dargestellte Wasserwanze der Jura-Zeit ist der Scarabaeides deperditus in $^{2}/_{3}$ der natürlichen Größe. Er kommt in Menge vor, sei es nun, daß er sich wie die Meerwanzen der Südsee (Halobates) dem Meerwasser angepaßt hatte oder durch einmündende Süßwasseradern in die seichten Buchten bei Solenhofen und Eichstätt geschwemmt wurde.

und eine überaus langbeinige Kotwanze (Pygolampis gigantea). Käfer aller Art, Böcke, Rüßler, Chrysomeliden, Maikäfer, Schnellkäfer, Schwimmkäfer, Laufkäfer u. s. w. finden sich besonders im englischen Jura in Menge. Am spärlichsten und am schärfsten angezweifelt sind bislang die Schmetterlinge. Doch scheint es, daß der lithographische Schiefer Frankens zwei wirkliche Reste von Sphingiden (Schwärmern), also Verwandten unserer Totenköpfe und Ligusterschwärmer, aufbewahrt hat. Aus dem Lias von Schambelen im Aargau hat Heer eine Ameise (Palaeomyrmex prodromus) beschrieben. So schwirrte, krabbelte und summte es also am Jura-Ufer schon in ausreichendem Maße, und insektenfressenden Säugern, Vögeln und Sauriern war der reichste Tisch allenthalben gedeckt.



Eine riesige Raub- oder Kotwanze der Jura-Zeit aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt.

Die Raubwanzen, in der Gestalt den Schnaken ähnlich, leben als ein mordlustiges Geschlecht, das andere Insekten (auch die Bettwanze) aussaugt, allenthalben noch bei uns. Die hier dargestellte alte Art (Pygolampis gigantea, in ²/₃ der natürl. Größe) wird wohl einen ähnlichen Lebenswandel am Ufer des Jura-Meeres geführt haben.

Unsere Wanderung ist wieder einmal zu Ende. Die Epoche der Erdgeschichte hat sich vor uns aufgethan, die von allen am meisten mit Liebe und Begeisterung durchforscht worden ist, seitdem eine geologische Wissenschaft existiert, und die von allen auch mit den köstlichsten Früchten gelohnt hat. Ohne die Schätze der Jura-Zeit wären unsere Museen nicht halb das, was sie sind, und ohne die kühnen Experimente, die in dieser Epoche auf dem Gebiet organischer Anpassungen gemacht wurden, wäre die Entwickelungsgeschichte der Tier- und Pflanzenwelt ihrer vielleicht reizvollsten Episode bar. Das freilich bleibt richtig, daß die Jura-Formation in vielem einen episodischen Charakter trägt, wenn man auf den Gesamtfortgang des Organischen blickt. Der Fortschritt zum Höchsten, was bisheran auf der Erde geleistet werden konnte, lag in den paar kleinen Säugetieren, den Ahnen der ganzen gewaltigen Kette bis zum Menschen hinauf. Aber diese

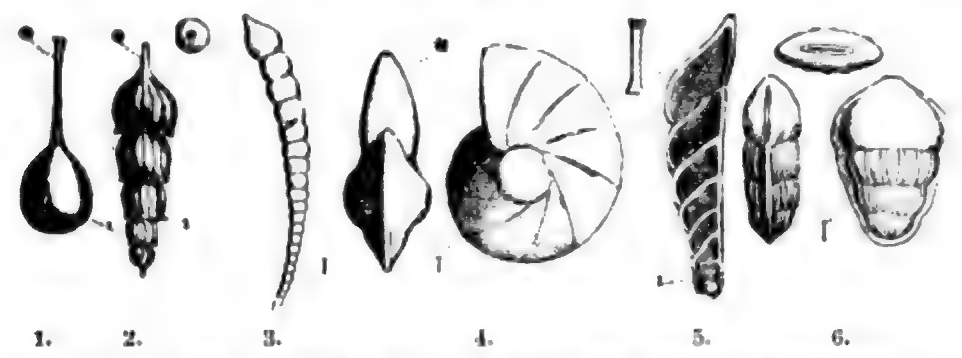
Säuger bleiben, solange die Epoche dauert, noch durchaus im Hintergrund. Den Vorderraum der Bühne füllen dafür jene zahlreichen Lindwürmer, Flugdrachen und Fischeidechsen vom Reptilstamme, — alle doch dem Verhängnis geweiht, das von ihren charakteristischsten Formen keine einzige bis auf den heutigen Tag bringen sollte.

Die Kreide-Formation.

An dem Wort „Kreide“ haftet etwas vom Geist der Schulstube. Es sind nicht immer unsere liebsten Erinnerungen, die sich damit verknüpfen, und mancher kann den Kreidegeruch sein ganzes späteres Leben hindurch nicht recht vertragen. Wir haben eben nur gelernt, in der Kreide ein Hilfsmittel zum nicht immer beliebten Zweck zu erblicken. Was wir nicht gelernt haben, war die Geschichte dieser verachteten Kreide. Ein gewaltiger Sang aus dem großen Epos der Erdgeschichte ist es, von dem sie Kunde giebt, — der gewaltigsten einer. Abermals, wie bei Trias und Jura, schweift der Blick des Geologen weit hinaus über unsern Kontinent, sobald die Rede auf ihn kommt. Kreide-Formation ist er getauft worden, — nicht sehr mit Glück, da die weiße Schreibkreide nur gleichsam eine Episode aus seinem letzten Abschnitt verkörpert, aber immerhin mit Beziehung auf sein unbedingt bekanntestes Produkt. Prächtige Landschaftsbilder, die zu den schönsten auf europäischer Erde gehören, tauchen dahinter auf. Grellweiße Felsen, die fast senkrecht aus der Meerflut steigen. Wir haben sie schon im vorigen Kapitel einmal berührt, als von den Donnerkeilen die Rede war. Aber es war nur der eine Fleck auf Rügen, der zur Erwähnung kam. Ähnliche schneeige Kreidepyramiden, vom anbrechenden Morgen mit wunderbarem Rosenlicht überhaucht wie die wirklichen Schneehäupter im Alpenglühen, grüßen den Seefahrer, der das Nachtschiff von der deutschen Küste nach Kopenhagen benutzt hat, angesichts der dänischen Insel Möen. Auch hier krönt üppig grüne Vegetation meist den schroffen Hang, während der weißen Mauer selbst nur parallele, dunklere Feuerstein-Einlagen eine gewisse grobe Gliederung geben. Abermals ein ähnliches Schauspiel bietet dann die englische Küste bei Dover und Brighton.

In allen drei Fällen ist es die echte Schreibkreide, die offen zu Tage steht, frei gewaschen in ihrer ganzen Pracht durch die nagende Brandung des Meeres und dem Menschen zu ausgiebiger Benutzung hingestellt. Diese Benutzung erfolgt auf Grund eines ziemlich komplizierten Verfahrens, bei dem die natürliche Kreide zerstoßen und durch Wasser ausgeschlämmt

d. h. von allen technisch unbrauchbaren Teilen, wie Quarz, Versteinerungen u. s. w. befreit wird. Solche gereinigte Kreide kann natürlich der Naturforscher nicht verwerten. Er bringt seine Stäubchen des ungestörten Rohstoffes, in Kanadabalsam eingebettet, unter die vergrößernden Gläser seines Mikroskopes, und alsbald enthüllt die Kreide ihre wahre Natur. Es erscheint ein wirres, aber noch sehr scharf im einzelnen erkennbares Gemisch überaus kleiner *organischer Reste*: Kalkgehäuse winziger, einzelliger Urtiere aus dem jetzt noch blühenden Geschlecht der *Foraminiferen*, vermischt mit noch kleineren scheiben- oder stabförmigen Kalkkörperchen (*Kokkolithen*, *Rhabdolithen*, *Rhabdosphären*), die ebenfalls heute noch massenhaft vorkommen, ihrer Herkunft nach aber viel dunkler sind



Schalen von einzelligen Urtieren aus der Kreide-Zeit und Tertiär-Zeit.

Die dargestellten Schalen gehören sämtlich Tieren aus der Ordnung der *Foraminiferen* (Klasse der Rhizopoden oder Wurzelfüßer) an. Solche Schalen bilden einen Hauptbestandteil vor allem in der *weißen Schreibkreide*, einem verhärteten Tiefsee-Schlamm der Kreide-Zeit. Die Schale war zu Lebzeiten des Tieres mit einer gleichartigen schleimigen Masse lebendigen Stoffs (Protoplasma) erfüllt. Die Wand der Schale war von zahlreichen feinen Röhrchen durchbohrt, durch welche diese Gallertmasse des Innern dünne Fortsätze (sogenannte „Scheinfüße") zum Zweck der Fortbewegung und Nahrungsaufnahme nach außen entsenden konnte. Man beachte besonders die überraschende Thatsache, daß diese an sich formlosen Urtiere, deren Körper noch in keinerlei eigentliche Organe sich gesondert hat, doch bereits derartig rhythmisch gebaute, an die Schalen von Schnecken erinnernde Gehäuse herzustellen wußten. Foraminiferen, die ähnliche Schalen bilden, leben heute noch in großer Menge auf der Erde. Fig. 1 ist Lagena semistriata (Pliocän), Fig. 2 Nodosaria spinicosta (Miocän), Fig. 3 Dentalina elegans (Miocän), Fig. 4 Cristellaria rotulata (Kreide), Fig. 5 Vaginulina recta (Kreide), Fig. 6 Lingulina costata (Miocän). Alle stark vergrößert.

und bald auch als Reste einer besonderen Gruppe von Urtieren, bald, und mit mehr Recht wohl, als Kalkschalen einzelliger Algen und Vereinigungen solcher betrachtet werden. Eine derartige Zusammensetzung läßt kaum noch einem Zweifel darüber Raum, was wir in der Schreibkreide vor uns haben. Ein Material, das diesem in der unzweideutigsten Weise gleicht, befördert als grauen oder gelben, beim Trocknen weiß werdenden Foraminiferen- und Kokkolithen-Schlamm jeder Zug unserer *Tiefsee-Netze* aus den meisten unserer Meere herauf, sowie man sich etwas vom Lande entfernt und den Grund bis zu etwa 4000 m Tiefe herab absucht. Man mag sich, wie es vielfach geschehen ist, streiten, ob dieser feine Kalkschutt der Tiefe das Zerfallprodukt von Organismen sei, die lebend höhere Wasserschichten bewohnen, oder ob er wirklichen Tiefseegeschöpfen seine Herkunft danke —

so viel ist sicher, daß er im Kreidemeer sich bereits in ganz ähnlicher Weise angehäuft und jene Schichten gebildet haben muß, die uns heute, gehoben und durch Erosion bloßgelegt, als bizarre weiße Kreidefelsen vor Augen stehen.

Will man sich in mehr oder minder treffenden Aperçus ergehen, so mag man gradezu sagen, daß in diesem einen Punkte — was nämlich den weißen Tiefseeschlamm anbetrifft — unsere Oceane von heute noch in der Kreidezeit verharren, ein Aperçu, das man übrigens nicht zu weit treiben darf, da ähnliche Bildungen auch schon in der Trias vorkommen und schließlich nicht viel mehr damit gesagt sein wird, als daß gewisse Kalkbildungen durch Protisten-Schutt seit Beginn des organischen Lebens auf der Erde überhaupt nicht mehr aufgehört haben. Eine bestimmte Begleiterscheinung des Kreideschlammes kann man sogar heute nicht mehr beobachten: die Bildung großer, oft grotesk gestalteter Knollen von Feuerstein inmitten des Kalkmaterials. Der heutige weiße Foraminiferen- und Kokkolithenschlamm enthält zwar auch sein Teil Kieselgehalt, den er den Resten kieselhaltiger Schwämme, Urtiere (Radiolarien) und Urpflanzen (Diatomeen) verdankt, aber nirgendwo erscheint er zu solchen derben Knollen vereinigt wie in der Kreide. Untersucht man die Feuersteinknollen mikroskopisch, so erweisen sie sich allerdings auch zum Teil als organische Produkte ähnlichen Ursprungs, nur macht es den Eindruck, als habe der organische Kieselrest, also etwa ein Bündel Gerüstteile eines Kieselschwammes, erst noch wieder die Ansatzstelle gebildet zu dicken Ansammlungen freier Kieselsäure, und überall da, wo Kieselmassen in die Kalkgehäuse von Tieren als Füllmaterial eingedrungen sind, wird man wohl sicher ähnliche anorganische Zusätze voraussetzen müssen, — womit Vorgänge berührt sind, die anscheinend der Kreide-Zeit eigentümlich waren und heute ohne Analogie sind. Und auch das läßt sich beifügen, was an sich gewiß wenig Verwunderliches hat, daß unter den echten Kreidekalk-Bildnern vom Foraminiferen-Geschlecht damals nicht grade genau dieselben Gattungen dominierten, wie heute: heute nennt man den ganzen weißen Tiefseeschlamm gern Globigerinenschlamm nach der allverbreiteten Gattung Globigerina, — damals herrschten mehr Rotalia und Textularia, die allerdings deshalb heute nicht etwa ganz fehlen, so wenig wie damals die echte Globigerina fehlte.

Die Kreide-Formation war, wie ihre Versteinerungen lehren, eine lange, in vielem entscheidende Epoche der Erdentwickelung. Man wird erwarten dürfen, daß sie nicht bloß Tiefseeschlamm hinterlassen habe. Dieser Schlamm, wie er uns als Schreibkreide vorliegt, ist, wie sich nachweisen läßt, nur in einer ganz bestimmten, relativ kurzen und dem Ende der ganzen Formation angehörigen Zeitabschnitt abgelagert worden, er verhält sich also zum Ganzen etwa wie der lithographische Schiefer zum Jura. Soll es gelten, ein Gesamtbild der Sedimente zu gewinnen, die uns die Formation

überhaupt hinterlassen hat, so müssen wir uns, so leidig das auch bei der Namengebung sein mag, gänzlich von dem mineralischen Begriff „Kreide" lossagen. Denn wenn auch nun einmal die Formation als solche von der Kreide den Namen hat, so ist doch ohne weiteres klar, daß beispielsweise eine seichte Meeresbucht, in die kolossale sandführende Flüsse sich ergossen, keinen weißen Tiefseeschlamm, wie er die echte Kreide zusammensetzt, ablagern konnte, sondern zu ganz anders ausschauenden Sandsteinen führen mußte, die kein Kind mit Rügener Schreibkreide verwechseln wird. Sobald wir das erkannt, thun sich neue herrliche Landschaftsbilder vor uns auf, — Landschaften, in denen unser Fuß das Erbe der Kreide-Zeit betritt, genau so gut, wie auf Rügen oder Möen, obwohl von weißen Kreidefelsen keine Rede ist.

Der Tourist oder Maler, der für landschaftliche Schönheit schwärmt, darf in unseren deutschen Landen fast immer Hand in Hand gehen mit dem Geologen: der gleiche Ort wird beiden der liebste sein. Die beiden schönsten Ströme Deutschlands, der Rhein und die Elbe, haben auch das größte geologische Interesse. Lange Zeit ist jetzt unsere Betrachtung dem Rhein nahe geblieben. Wir haben Berg und Ebene weithin zu seinen beiden Ufern im Geiste bevölkert mit der fremdartigen Trilobiten-, Brachiopoden- und Seelilien-Welt des devonischen Oceans, mit den Farnmooren der Steinkohle und des Perm, in denen der Archegosaurus hauste, mit den Cykadeenforsten der Trias, endlich mit den blauen Wellenflächen des Jura-Meeres, über denen die großen Libellen, die Flugsaurier und der langschwänzige Urvogel Archäopteryx sich wiegten, während aus der Tiefe der Schwanenhals des Plesiosaurus stieg. Jetzt ändert sich die Scene. Die Elbe dehnt ihren weiten, kaum minder schönen Stromspiegel vor unserem Blick. Sie führt uns ins typische deutsche Kreideland.

Die Elbe hat einen der merkwürdigsten, fast möchte man sagen, unwahrscheinlichsten Stromläufe, die man sich nur denken kann. Von der Südseite des Riesengebirges entspringend, einer soliden krystallinischen Masse (vergl. das Gebirgsprofil S. 180), biegt sie sich zunächst westwärts ins Herz des bergumwallten böhmischen Kessels hinein, um diesen dann unerwarteterweise nach Norden zu grade an der Stelle wieder zu verlassen, wo kolossale Sandsteinsedimente eben der Kreide-Zeit einen scheinbar undurchbrechbaren Riegel vorschieben. Sie ermöglicht diesen Durchbruch, indem sie eine tiefe Stromschlucht in das Gebirgsmassiv einsägt, die sich gegen Dresden und die norddeutsche Tiefebene zu überaus malerisch öffnet. Aber nicht der Durchbruch allein ist merkwürdig, sondern fast mehr noch das Gebirge, um das es sich handelt.

Es ist das weltbekannte Elbsandsteingebirge. Wer es einmal gesehen hat, dem ist seine einzigartige Physiognomie unvergeßlich. Der Strom sägt sich eigentlich nicht in ein Gebirge, d. h. eine Bergkette, ein,

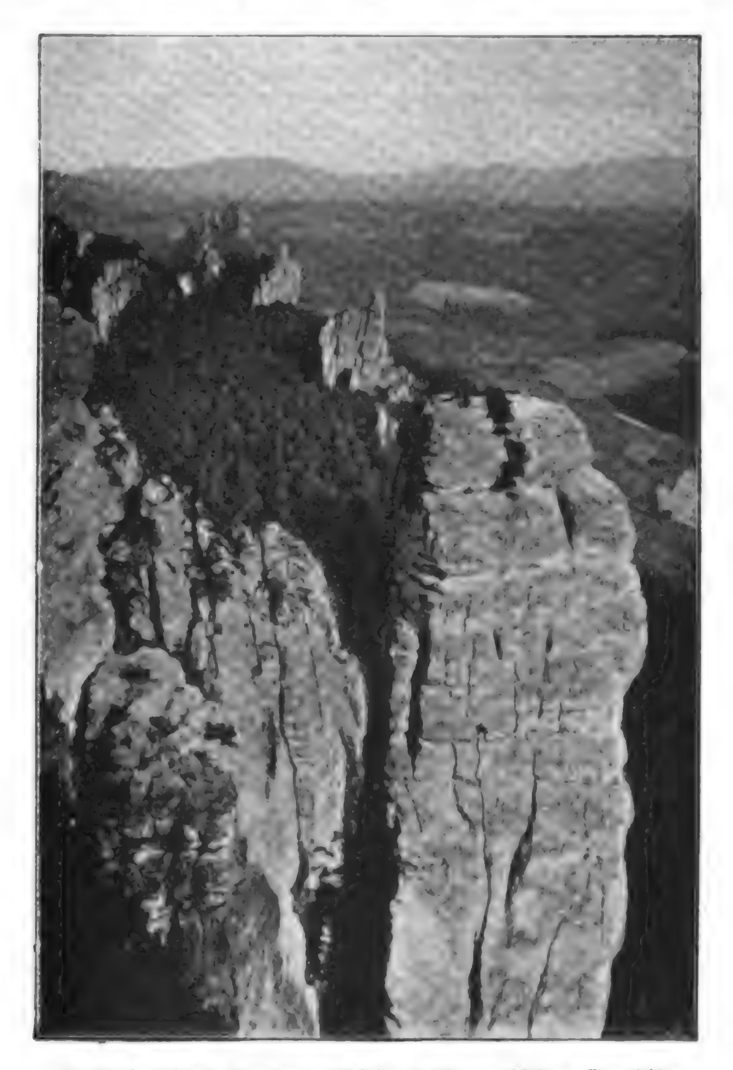
sondern in ein kompaktes Plateau aus riesigen, nahezu horizontal aufeinander gelagerten Sandsteinquadern. Zum Gebirge ist dieses Plateau erst dadurch gemacht, daß es als Ganzes eben emporgetrieben ist. Echte Berge scheinen sich, wenn man von Dresden (also der Ebene am Nordfuße) hinüberblickt, oder wenn man auf ihm selber einen freien Beobachterposten wählt, erst von seiner Fläche aus in Gestalt dicker, kahler Felsklötze von fast viereckiger, würfelartiger Gestalt zu erheben: der Königstein, Lilienstein



Kreide-Landschaft (Quadersandstein): Die Herkules-Säulen bei Schweizermühl.
Nach einer Photographie von Sophus Williams, Berlin.

und wie sie alle heißen mögen. Aufmerksamere Betrachtung lehrt aber, daß auch hier wenigstens in gewissem Sinne eine Täuschung im Spiel ist. Auch diese phantastischen Steinwürfel über dem Plateau sind keineswegs echte emporgepreßte Gebirgsfalten, sondern lediglich stehen gebliebene Ruinen einer früheren noch weit höheren Ausdehnung des Plateaus selbst. Das Quadermassiv, wie es die Kreide-Formation überliefert hat, reichte einstmals bis zur oberen Fläche all dieser Klötze, und erst wenn man den Zwischenraum von Klotz zu Klotz mit voller Masse allseitig wieder ausfüllte, müßte seine ursprüngliche imposante Höhenentfaltung voll wieder zu Tage treten. Heute ist seine Fläche tief weggefressen bis auf die paar Ruinen, und selbst

in die erhaltene Fläche schneidet noch als Spalt wieder die Elbe ein. Obwohl uns in diesem Zusammenhang wesentlich das Gestein seiner Herkunft



Kreide-Landschaft (Quadersandstein): Partie am kleinen Gansfelsen.
Nach einer Photographie von Sophus Williams, Berlin.

nach interessiert, mag doch mit ein paar Worten skizziert sein, wie diese geheimnisvolle heutige Form des Elbsandsteingebirges von der herrschenden geologischen Schule erklärt wird.

Die Nähe der Elbe hat den ersten Fingerzeig gegeben, wie man sich die Sachlage denken soll. Man wurde auf die Vermutung gedrängt, daß ein ungeheures Beispiel der wühlenden, nagenden und zersägenden Thätigkeit des Wassers vorliege. Aber man sollte damit nicht allein durchkommen, und wie die Deutungen heute stehen, scheint es, daß vielmehr ein grandioses Doppelbeispiel einmal für die Rolle des Wassers, dann aber auch für die hebenden Kräfte der Erdrinde vorliegt. Im ganzen Gebiet des sächsisch-böhmischen Quadersandsteins, sowohl in der eigentlichen sogenannten Sächsischen und Böhmischen Schweiz, wie auch in dem hinter dem Riesengebirge versteckten Adersbacher Steinwald stößt der Wanderer bei Schritt und Tritt auf die allmächtige Wirkung des Wassers. Das Kreidesediment, das als Quadersandstein bezeichnet wird, ist trotz seiner imposanten Massenhaftigkeit, die für die Ewigkeit gebaut scheint, überaus wehrlos gegenüber den kleinsten nagenden Wässern des Himmels und der Quellen. Wo man ihn, wie in Dresden, als Baumaterial menschlicher Paläste hat verwerten wollen, da hat sich diese Eigenschaft zum Erschrecken deutlich gezeigt. So leicht wie der Stein sich bearbeiten und in gefällige Form bringen läßt, so leicht läßt er auch vom Regen sich auslaugen und, nach Verlust der Bindemittel, in ein Gerinnsel loser Quarzkörner auseinandertreiben. So sind allerorten, wo er frei ansteht, jene tollen, schier unglaublichen Verwitterungsformen entstanden, die den Touristen ergötzen und denen gegenüber der Volksmund sich seit alters in zahllosen Scherznamen erschöpft hat: tief eingesägte Bachthäler, an deren zerfallender Wand die Pfeilerreste des Gesteins bald wie Orgelpfeifen sich drängen, bald wie riesige Nasen und Profile vorspringen, gekrönt mit uralten, zäh verklammerten Fichten, deren tiefgrüne Wipfel den schmalen Streifen Himmelsblau oben einengen, um ganz oben nochmals überragt zu werden von einzelnen Hörnern und frei balancierenden Zuckerhüten des gelbbraunen Gesteins, die hoch vor dem Blau eine schwindelnde Kette grotesker Verzierungen hart auf der Kante des Spalts bilden. Oder jene kolossalen natürlichen Säulen, Felsthore und Cyklopenmauern, wie sie dem Prebischthor und Prebischkegel den Namen gegeben, — jene Labyrinthe von 8 km Länge wie das von Adersbach, in dem Pfeiler an Pfeiler, Turm an Turm in Höhen bis zu 65 m sich drängt, in dem die Erosion, indem sie in der Tiefe rascher vorschritt als oben, unten kühle, schattige, katakombenartige Irrgänge geschaffen hat, während in der Höhe kolossale, oben erbreiterte Felskeulen von 10 und mehr Meter Länge sich auf verschwindend winzigen Fußgestellen wiegen, jeden Augenblick Tod und Verderben drohend und doch in dieser bänglichen Lage schon bekannt, soweit die Volkstradition reicht, — oder jene ganz geheimnisvollen, nur dem Boot zugänglichen Klammen, in denen der Ruderer jäh in ein Meer vollkommenen Grüns eintaucht, da die eng an die unten von der Welle benetzte Wand angeklebten Fichten sich oben wie unten völlig

grün zusammenschließen, oben mit ihren wirklichen Wipfeln, unten als haarscharf wiedergegebenes Spiegelbild.

Unter diesen Umständen erscheint es auf den ersten Blick nicht schwer, sich auszumalen, daß auch die ganz großen Sonderbarkeiten dieses brüchigen Terrains reine Wasserwirkungen seien: daß das Wasser die Plateauteile zwischen den großen Ruinenwürfeln des Lilienstein und seiner Trabanten weggefressen, und daß die Elbe selbst sich ihr tiefes Bett von Böhmen her quer durch den Gebirgsriegel gesägt habe. Aber das Nachdenken weist doch auf Schwierigkeiten, wenigstens in den Voraussetzungen dieser letzteren, größten Erosion. Was ein Fluß in weichem Gestein vermag, wenn man ihm Zeit läßt, sein Bett tiefer und tiefer einzuwühlen, hat uns schon früher (vergl. die Einleitung zu Bd. I) das Beispiel des Coloradoflusses in Nord-Amerika gelehrt. Aber so wie die Elbe heute in Böhmen erscheint, bietet sie uns nicht das entsprechende Bild eines Flusses, der von oben herab sich in ein Plateau gräbt, sondern das Plateau erscheint zunächst als hoher Gebirgsverschluß, gegen den der Strom ursprünglich einfach angeprallt sein müßte. Unter diesen Umständen ist schlechterdings gar nicht einzusehen, wie die böhmische Elbe jemals darauf gekommen sein soll, nach hier abfließen zu wollen und eine ungeheure Sägearbeit zu beginnen, der ihre Wasser einfach enthoben waren, wenn sie sich durch die Existenz des Gebirgsriegels einen anderen Lauf auferlegen ließen, wie es sonst der Brauch ist.

Man hat vor diesem zwingenden Schluß zu den verschiedensten Hypothesen seine Zuflucht genommen, und die Debatte darüber ist zu einer geologisch überaus wichtigen geworden, da ähnliche Fälle von Flüssen, die scheinbar „sinnlos" Gebirge durchbrechen, während sie viel bequemer nach offenen Seiten abfließen könnten, sich in Menge auf der Erde finden und eine Generalerklärung zu fordern scheinen. Die älteste und zäheste Hypothese war die, daß der nordböhmische Kessel früher ein See gewesen sei, der sich hier mit der Zeit gleichsam selber einen Abflußstollen genagt, durch den er schließlich in die norddeutsche Ebene hinunter abgezapft worden wäre. Der Hypothese widerspricht die heutige geologische Beschaffenheit des Kessels, in dem keine genügenden Sedimente eines solchen Süßwassersees aus den Zeiten nach Abschluß der Kreide zu finden sind. Eine ebenfalls sehr nahe liegende zweite Hypothese nimmt an, daß bei der Hebung des Elbsandsteinplateaus an der Stelle, wo heute die Elbe fließt, eine natürliche tiefe Spalte entstanden sei, in die sich die böhmischen Elb- und Moldauwässer natürlich bereitwillig ergossen. Auch das ist nicht haltbar. Allgemein entgegen steht dieser Annahme die kaum noch bestreitbare Thatsache, daß kein einziger größerer Strom der Erde bekannt ist, der zum Bett nachweislich eine vorhandene Gebirgsspalte benutzt hätte, — mit alleiniger Ausnahme des Jordan, bei dem aber in jeder Hinsicht ungewöhnliche Verhältnisse vorliegen. Speciell für den Elbfall läßt sich die Spaltentheorie widerlegen

durch ein höchst bemerkenswertes Vorkommnis, das unmittelbar zu der allein brauchbaren dritten Hypothese führt. Oben auf jenem Quadersandsteinplateau selbst, in das die Elbe ihr heutiges Bett als tiefen Riß eingesägt hat, liegen in weitester Ausdehnung eigentümliche junge Sedimente verbreitet. Sie bestehen in einer Schicht aus Flußgerölle, Sand und fruchtbarem Lehm, die in einer Dicke bis zu mehreren Metern den Quadersandstein bedeckt und dem ganzen Plateaugebiet, das der Steingrund sonst zu öder Heide verdammt hätte, seinen Charakter als fruchtbares, zahlreiche Ortschaften ernährendes Ackerland verliehen hat. Der ganze Habitus dieser Sedimentschicht ist der einer Ablagerung durch einen großen, im Laufe der Zeiten oftmals sein Bett verändernden Fluß. Untersucht man aber die eingebetteten Gerölle genauer, so wird alsbald deutlich, welcher Fluß allein hier oben vor Zeiten geflossen sein kann. Der Flußschotter ist böhmisches Material, zumeist die Basalte und die verwandten, z. B. bei Aussig in gewaltigem Fels anstehenden Phonolithe Böhmens, die tertiären Eruptionen ihre Existenz verdanken. Genau dasselbe Gerölle führt aber heute noch die Elbe in ihrem stellenweise über 150 m unter dem alten Strombett da oben liegenden heutigen Bett. Es giebt keine andere Erklärung, als daß die Elbe selbst voreinst oben auf dem Elbsandsteinplateau geflossen sei. Da nun nicht glaubhaft ist, daß zu irgend einer Zeit der Fluß in Böhmen die Bergwand „herauf geflossen“ sei, so bleibt nichts übrig als anzunehmen, es sei vormals, als die Elbe bereits als gewaltiger, von Böhmen nach Norddeutschland abfließender Strom längst vorhanden war, das heutige Elbsandsteinplateau erst durch das Spiel der bewegenden Kräfte in der Erdrinde gehoben worden. Diese Hebung muß so langsam vor sich gegangen sein, daß die Elbe Zeit fand, sich unterdessen im gleichen Schritt in die aufsteigende Sandsteinmasse einzuwühlen, so daß wenigstens ihre Hauptader im gleichen Niveau unten blieb und schließlich ein regelrechtes Thor von Böhmen nach der Dresdener Ebene frei hielt trotz aller Emportürmung des Plateaus. Wo immer man sonst ähnliche Fälle von Flüssen, die in auffälliger und scheinbar unnötiger Weise Kettengebirge durchschneiden, zum Vergleich herangezogen hat, hat sich derselbe Vorgang wahrscheinlich machen lassen, so daß heute kaum noch ein Zweifel sein kann, daß hier wie anderswo einfach das Problem damit gelöst ist, daß man sagt: der Fluß war das Gegebene, das Ältere, — und die Gebirgserhebung hat erst nachmals sich geltend gemacht. Es sind insbesondere die Geologen Rütimeyer, Heim, Powell und vor allem Tietze gewesen, die für diese Auffassung freie Bahn geschaffen haben. Eine an sich geistvoll ausgesonnene Hypothese Löwels hat sich nicht dagegen halten können, — nach ihr sollten solche Durchquerungen von Kettengebirgen auch so zu stande kommen können, daß — bei anfänglicher Existenz des Gebirges — der Gebirgskamm systematisch durchsägt wurde durch zwei mit ungleichem Gefälle vom Kamm

nach den entgegengesetzten Seiten absteigende Gewässer. Für die Elbe müßte man sich das etwa so ausmalen, daß das Elbsandsteingebirge ursprünglich einen eigenen Kamm mit Wasserscheide gebildet hätte, von dem eine norddeutsche Elbe selbständig nach Dresden zu geflossen wäre und eine böhmische entgegengesetzt nach Südosten. Letztere, mit stärkerem Gefälle, hätte schließlich sich so tief eingesägt, daß sie mit ersterer oben zusammengeraten wäre, und zum Schluß sei ein tiefer Kanal aus beiden geworden, in dem die böhmischen Zuflüsse allmählich auch ganz nordwestwärts, gegen Dresden zu, abzufließen begannen. Diese Erklärung fällt, abgesehen von ihren allgemeinen theoretischen Schwierigkeiten, in nichts zusammen vor der erwähnten Thatsache, daß der alte Flußschotter oben auf dem Plateau schon böhmisches Gestein zeigt, wie es keiner der beiden hypothetischen Urflüsse führen konnte. So bleibt die Hypothese von der nachträglichen Hebung vorläufig die einzige, die alles umfaßt und ausreichend erklärt.

Jedenfalls hat die Hebung des Elbsandsteinplateaus sehr spät stattgefunden. Zwischen jenen böhmischen Geröllen der alten Elbe hoch oben auf dem Plateau liegen nordische Feuersteine, die in der Eiszeit herübergeschoben worden sind, und der alte Flußlehm birgt Reste des diluvialen Mammut-Elefanten. Das Mammut war bereits Zeitgenosse des Menschen. So rückt, wenn auch die menschliche Tradition unverhältnismäßig viel jünger ist, der ganze Prozeß, bei dem der Elbsandstein sich bis mindestens 150 m über den heutigen Elbspiegel erhöhte und die Elbe selbst eine entsprechend tiefe Rinne hineingrub, vollständig in die Zeit hinein, die uns vom Höhlenmenschen trennt, — bei dem zweifellos langsamen Gang des Prozesses ein eklatantes Beispiel, wie enorm lang die Zeitspanne sein muß, die thatsächlich zwischen den Mammut-Jägern und unserer Kulturwelt liegt.

Und doch: was will diese Zeit wieder gegen die ganz unberechenbar endlose, die erst den Mammut-Jäger trennt von jenen Tagen, da der Quadersandstein selber entstand, — entstand als ein Sediment am Boden eines seichten Meeresgolfs, in dem riesenhafte, selbst jene alte Elbe zweifellos weit übertreffende Ströme ihr Sandmaterial ablagerten! Diese Betrachtung führt uns zur eigentlichen Kreidezeit zurück. Die organischen Reste machen es zur sicheren Thatsache, daß der Quadersandstein ein Produkt der Kreide-Zeit ist, und zwar ihres letzten Abschnittes. Wie bei Trias und Jura, so hat man auch bei der Kreide eine Reihe von Unterabteilungen einführen müssen. Vor allem ist eine sehr tiefgreifende Scheidung in untere Kreide und obere Kreide nötig geworden, eine Scheidung, die (wie wir bei Besprechung des organischen Lebens der Zeit gleich näher sehen werden) so weit geht, daß von Rechts wegen hier zwei besondere Haupt-Formationen unterschieden werden sollten. Die Tabelle auf S. 545 mag den Leser über dieses „System" der Kreide und die landläufigen Namen kurz orientieren, — ein näheres Eingehen auf die ziemlich chaotische und besonders

durch die Namengebung in drei verschiedenen Kultursprachen verwirrte Detailgliederung ist in unserm Zusammenhang weiter nicht nötig. Zur Zeit der oberen (also geschichtlich jüngeren) Kreide, in der unser Elbsandstein sich absetzte, bildete der Nordrand von Böhmen das Ufer irgend eines Festlandes, gegen das von Norden und Nordwesten her die freien Meereswogen des Kreide-Oceans sich heranwälzten. Den größeren Teil der Bildungszeit hindurch muß das Kreidemeer aber hier in der Ufernähe relativ sehr seicht gewesen sein, und nur gewisse kalkige und mergelige Einlagen zwischen den Seichtwassersandsteinen deuten auf gelegentliches Höherwachsen der Flut. Der echte Quadersandstein kann nur in einer flachen Bucht mit einmündendem, sandführendem Süßwasser zu dieser ungeheuerlichen Entfaltung (bis zu 300 m Dicke) gelangt sein, wozu es aufs beste paßt, daß unter seinen Versteinerungen Baumzweige und Treibholzstücke auf unmittelbare Landnähe deuten.

Es war das erste Mal wahrscheinlich seit dem Devon, daß überhaupt das Meer wieder nach Böhmen hineingriff und gleichzeitig auch das letzte bis auf unseren Tag. Die Überflutung, die von Norden her einsetzte, wird zwar keine vollständige gewesen sein, so daß ein Teil von Böhmen selbst auch noch das Festland liefern mochte, aus dessen Zerstörungsprodukten die kolossalen Sandsteinlager sich gebildet haben. Immerhin aber deutet die plötzliche Annäherung des Oceans an ein Gebiet, das seit der paläozoischen Zeit keine Meeressedimente mehr aufzuweisen hatte, auf ein mächtiges Vordringen des Meeres im Norden, Westen und Osten Europas. Es wiederholte sich damit überhaupt eine Erscheinung, die schon in der untersten Kreide (in der sogenannten Neokom-Stufe) einmal eingetreten war und jener vielfach im spätesten Jura so deutlichen Landentblößung ein radikales Ende gemacht hatte. Überall, wohin man von der Elbsandsteinmasse aus den Blick auf der geologischen Karte nach Ost, Nord und West schweifen läßt, stößt man auf die deutlichsten Anzeichen gewaltiger Oceanflächen in der Spätkreide. Wohl ist die norddeutsche Tiefebene, die vor den Elbsandsteinfelsen sogleich sich platt auseinanderfaltet und in immer weitgehenderer Verflachung bis zu den nordischen Meeren absinkt, als Ganzes heute überdeckt mit den Schichten der Tertiär- und (auf dieser) vor allem der Diluvial-Zeit. Aber wir haben bereits bei Betrachtung der Trias gesehen, wie unter der Macht der Erosion bald einmal ein einsamer Block der Tiefe frei kommt (wie der Rüdersdorfer Muschelkalkberg bei Berlin), bald eine einsame, meerumspülte Klippe sich entblößt (wie der Felsen von Helgoland), die unzweideutig dann von der Existenz fortlaufender Sedimente sehr viel älterer Meere im Erdenschoß Kunde geben. Ebenso blitzt in derselben Gegend bald hier, bald da ein Stückchen Kreidegestein auf, bis im Spiel der Ostsee-Brandung dann hoch im Norden auf Rügen und den dänischen Inseln jene weißen Tiefseegebilde frei werden, die uns

die Schreibkreide liefern, — sichere Zeugen einer einstmaligen Erstreckung des späteren Kreide-Oceans selbst bis dort hinauf. Westlich gehen die Kreidereste bis nach Belgien und Holland hinüber und stellen so (nachdem offenbar eine große belgisch-westdeutsche Insel, die in der unteren Kreide trocken

I. Untere Kreide	1. **Neokom.** (Der Name „Neokom", Neocomien, ist abgeleitet von Neocomum, dem lateinischen Ausdruck für die heutige Stadt Neuchâtel, in deren Nähe hierher gehörige Schichten sehr entwickelt sind. Als deutscher Ersatzname wird vielfach „Hils" gebraucht, nach dem Höhenzug im Braunschweigischen.) 2. **Aptien.** (Der Name „Aptien" ist von der Stadt Apt in Südfrankreich abgeleitet.) 3. **Gault.** (Der „Gault", der sehr eng zum Aptien gehört, heißt so auf Grund eines englischen Provinzialnamens für gewisse zugehörige Thonablagerungen in England.)
II. Obere Kreide	4. **Cenoman.** (Der Name „Cenoman", Cénomanien, ist abgeleitet von Cenomanum, dem lateinischen Ausdruck für die französische Stadt Le Mans.) 5. **Turon.** (Der Name „Turon", Turonien, ist von der französischen Landschaft Touraine abgeleitet, die nach dem alten gallischen Stamm der Turonen so heißt.) 6. **Senon.** (Der Name „Senon", Sénonien, erinnert an den gallischen Stamm der Senonen, der heute noch in der französischen Stadt Sens an der Yonne verewigt ist.)

Tabelle der Hauptabschnitte der Kreide-Formation in ihrer zeitlichen Reihenfolge.

geblieben war, teilweise vom Wasser wieder verschlungen war) eine Verbindung nach **Frankreich** her, wo das Meer noch über das Pariser Becken hinaus auf das Centralplateau übergriff, — und nach **England**, wo wir oben schon den gleichen Schreibkreidefelsen wie auf Rügen und Möen begegnet sind. Auf der andern Seite, nach Osten, zieht sich die Kreide tief

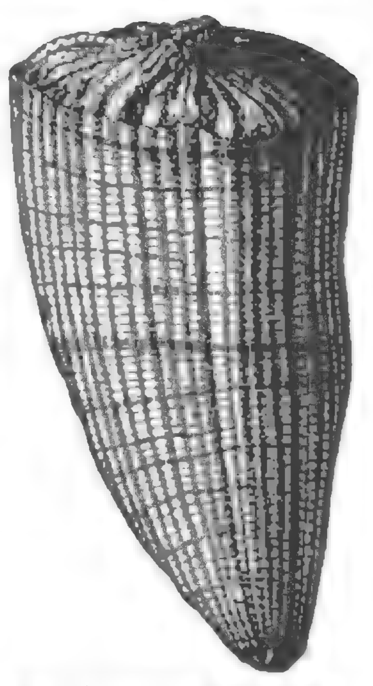
nach Rußland hinein, das in den südlichen Teilen ungeheure Strecken von ihren Sedimenten bedeckt zeigt.

Wie in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz, so hat auch sonst an vielen Orten das plötzliche Auftauchen dieses weitverzweigten Kreidesystems mit seinen leicht verwitternden Gesteinen etwas Auffälliges, das Volk zu mancherlei Anknüpfungen Ermunterndes. Nicht bloß die Rügener Kreide und die Labyrinthe des Elbsandsteins haben ihre uralten Namen, ihre Sagenkreise: auch im Herzen Deutschlands, am Teutoburger Wald in Westfalen, vereinigen sich alte deutsche Kunst und sagenhafte Geschichtstradition, um die seltsamen Ruinen der sogenannten Externsteine (vielleicht als „Elsternsteine" dem Namen nach zu erklären) geheimnisvoll zu umspinnen: tief in das Kreidegestein, das etwa einen Kilometer lang durch die Verwitterung in eine fortlaufende Reihe gigantischer Türme und Säulen zerteilt ist, gewahrt man als riesiges Relief eingemeißelt die Leidensgeschichte Christi und den Sündenfall, höchst bemerkenswerte Zeugnisse deutscher Kunst aus dem 12. Jahrhundert, die nirgendwo so ihresgleichen haben.

Und doch sind alle diese Wunder der deutschen und böhmischen Kreide nichts gegen das Märchenreich, das in Süd-Europa, vor allem am adriatischen Ende der österreichischen Monarchie, die Kreide-Formation uns geschaffen. Was die halb dunkeln Labyrinthgänge der Adersbacher Felsenstadt in schwachen Anfängen zeigen, das erweist sich zu höchster Vollendung gediehen in den ungeheuren Karstgrotten der Gegend von Adelsberg in Krain. Eine neue Landschaft thut sich im Zusammenhang damit auf und zugleich eine ganz veränderte Phase der Kreide-Formation selbst. Es ist die Rede gewesen von einer großen Zweiteilung und innerhalb ihrer von weiter gehenden Detailgliederungen der Kreide-Zeit, — die Tabelle S. 545 bringt sie zur Anschauung. Aber dabei ist überall nur gemeint ein Nacheinander: ältere und jüngere Kreide u. s. w. In Wirklichkeit besteht innerhalb der Kreide-Abschnitte aber auch noch ein deutliches Nebeneinander, das neue Gliederungen fundamentaler Art bedingt. Schon in Europa kann man mit großer Deutlichkeit zwei lokal getrennte, obwohl zeitlich parallele Kreidereiche unterscheiden: die nördliche und die südliche Kreidezone. Die erstere umfaßt, was wir oben im Umriß berührt haben: Böhmen, Norddeutschland, die Nordseegebiete (Rügen, Möen bis Schweden hinauf), die einzelnen Flecke am Teutoburger Wald, bei Regensburg, dann die umfangreichen Bildungen in Nord-Frankreich und Süd-England. Die zweite Zone kann, wenn auch etwas gezwungen, abhängig gemacht werden von den Alpen, — sie streift an diesen hin, greift aber dann weit aus über Portugal und Spanien, Südfrankreich, Italien und die Balkanhalbinsel. Die starken Differenzen in der Tierwelt machen es fast zur Gewißheit, daß uns in dieser Zweiteilung zwei klimatische Zonen entgegentreten. Die nördliche Zone zeigt besonders massenhaft alle

Arten von Kopffüßern (vor allem Belemniten), während die südliche wesentlich Korallenriff-Fauna besitzt und sich vor allem durch das gehäufte Vorkommen einer höchst seltsamen, der Kreide eigentümlichen Familie ganz unsymmetrisch gebauter Muscheln, der sogenannten Rudisten (Rudistae), auszeichnet.

Eben die mit Rudisten durchsetzten Kalke der südlichen Kreide-Provinz sind es nun, die jenes zugleich gewaltige und trostlose Landschaftsbild erzeugen, das der Name „Karst“ umgrenzt. Das typische Gebiet ist die Gegend von Krain in den Südost-Alpen an bis nach West-Griechenland (Parnaß, Pindus) hinunter. Enorme, stark verworfene Kalkmassen der Kreide-Formation, die dem Einsinken des Wassers in die Tiefe und dem unterirdischen Fortwühlen die denkbar günstigsten Möglichkeiten schaffen, haben im Laufe der Zeit ein wahrhaft gespenstisches Reich entstehen lassen. Oben, im Licht der glühenden Mittelmeersonne, vielfach endlos öde Strecken, trostlos dürrer Steinboden, nur mit wilden Blöcken bestreut wie die gottverlassene Stätte eines alten Titanenkampfes, aber fast ganz ohne Pflanzenwuchs, ohne Wald — übertobt nur von den furchtbaren Nordoststürmen der sogenannten Bora, deren Wucht Eisenbahnzüge umwerfen kann wie ein Kartenspiel. In der Tiefe aber, zu der schauerliche Trichter, die sogenannten Dolinen, allerorten jäh hinabdeuten, ein geheimnisvolles System unterirdischer Flüsse, die in stygischer Nacht sich bald durch enge Kanäle winden, bald in den hohen Domen tropfsteinbehangener Riesenhöhlen dumpftosende Wasserfälle und schwarze Seen bilden. Das vielbewunderte Paradestück der Art ist die Adelsberger Grotte unweit Triest, die auf eine Strecke von $5^1/_2$ km systematisch erforscht ist und am sogenannten Kalvarienberg (vergl. S. 11 und 13) über einem 42 m hohen Trümmerfelsen ein wahrhaft ungeheuerliches Gewölbe ausspannt, von dem Tausende von riesigen Stalaktiten (Tropfsteinzapfen) sich herniedersenken. Hier unten ist die ausschließliche Heimat blinder Höhlentiere wie des wasserbewohnenden Kiemenmolches Olm (Proteus anguineus), der in seiner farblosen Nacktheit



Eine Rudisten-Muschel der Kreide-Zeit.
In den Meeren der Kreide-Zeit lebten massenhaft und in zahlreichen Arten höchst wunderliche, mit keinem lebenden Tier vergleichbare Muscheln, die mit der Spitze der rechten Schale aufgewachsen waren, während die linke vielfach einen Deckel bildete. Die Details sind so abweichend, daß man sich lange Zeit darüber gestritten hat, ob es sich wirklich um Muscheln handele, schließlich hat man die Reste aber doch als Familie der Rudistae dort eingereiht. Die dargestellte Art ist Hippurites cornu-vaccinum aus der mittleren Kreide des Gosauthales in Oberösterreich ([illegible] der natürl. Größe, wird aber bis 1 m lang). Die Hippuriten scheinen nahe dem Ufer in seichtem Wasser gelebt zu haben, wo sie Riffe fast wie die Korallen von mehreren Metern Höhe bildeten, indem die Schalen sich parallel aneinander drängten.



Der sogenannte Vorhang in der Adelsberger Grotte bei Triest, ein riesiges Tropfstein-Gebilde.

Der Tropfstein ist eine merkwürdige Bildung, die den Höhlen der Kalkgebirge eigentümlich ist. Wasser, das mit Kohlensäure gesättigt ist, dringt durch die Kalkdecke der Höhle und löst dabei beständig kohlensauren Kalk in sich auf. Erreicht es die freie Innenwölbung der Höhle, so verliert es entweder verdunstend seine Kohlensäure und lagert die so wieder frei werdenden Kalkpartikelchen an der Decke ab, oder es fällt als Tropfen nieder, wobei ebenfalls die Kohlensäure zerstäubt wird und der Kalkniederschlag an der Stelle des Bodens erfolgt, wo der Tropfen aufschlägt. Im ersteren Falle entstehen als von der Decke malerisch herabhängende Zapfen und Vorhänge die Stalaktiten, im andern die als Säulen emporwachsenden Stalagmiten. Im Laufe der Zeiten können beide zu enormen Gebilden anwachsen, die einen herrlichen Anblick gewähren.

eher einem Kellersproß lichtberaubter Kartoffeln als einem Verwandten unserer zierlich bunten Teichmolche gleicht, und des Käfers Leptoderus Hohenwarti, der an den Stalaktiten klettert. Umsonst ist alle Mühe der verarmten Bevölkerung auf den kahlen Karstplateaus oben, das überreichliche Wasser, das in der Tiefe gurgelt, für sich zu verwerten. Seit die Venediger einmal den ursprünglichen Karstwald abgeholzt haben, um mit den Stämmen das Pfahlwerk, auf dem ihre malerische Lagunenstadt fußt, zu gründen — worauf das in den Trichtern unablässig abstürzende Regenwasser die dünne Erdschicht alsbald fortgewaschen hat —, ist der Karstkalk auf Jahrtausende hinaus zur Wüste verdammt: ein schweres Kulturhemmnis der ganzen östlichen Randgebiete des Adriatischen und Jonischen Meeres, die bei besserer Bodenbeschaffenheit ein Paradies sein könnten.

Hat die südeuropäische Kreide hier in gewissem Sinne ein Land wirtschaftlich verdorben, so wird man ihr wahrscheinlich an einer wenig entfernten Stelle eine ganz eminente Rolle im Heraufgang menschlicher Kultur zuschreiben müssen. Es hat schon seinen Reiz, wenn man erwähnt, daß Athen auf Kreideboden steht. Aber mehr als das. Athen in seiner Bedeutung für die schönste Blüte der Kultur, die Kunst — was wäre Athen ohne Marmor? Nun scheint es, daß der attische Marmor am Pentelikon und dicht bei Athen am Hymettos, obwohl der Struktur nach ein krystallinisches Gestein, nichts anderes darstellt als selbst ein Sediment der Kreide-Zeit, das nur nachträglich entscheidende Umwandlungen erlitten hat. Die Akten über diese Herkunft des griechischen Marmors sind allerdings noch nicht vollständig geschlossen. Sie berühren ein Gebiet der Erdgeschichte, das vorläufig noch zu den allerschwierigsten und zum Teil dunklen gehört. Bei Besprechung der Entstehungsgeschichte der sogenannten krystallinischen Schiefer ist im vorigen Buche gelegentlich erwähnt worden, daß zwar die große Masse jener Schiefer samt ihren Einlagen (zu denen besonders grade Marmor gehört) aus uralten Zeiten noch vor Beginn der kambrischen Formation stammt, daß aber daneben schwerwiegende Gründe zu der Annahme vorliegen, es habe auch noch in späteren Formationen Umwandlung einzelner Sedimente in solches pseudo-krystallinisches Gestein stattgefunden. Eine solche Spätbildung liegt nun nach Ansicht berufener Forscher grade im ostgriechischen Marmor vor, der in Wahrheit erst der Kreide angehören soll. Unwillkürlich verweilt der sinnende Geist hier bei dem seltsamen Auf- und Abfliegen der Weberschiffchen im großen Webstuhl der Kulturentwickelung. Dieselbe Kreide sollte es sein, die dem Menschenvolk, das sich zur Stufe des Griechen emporgerungen und nur Material brauchte, um das Herrlichste im größten Stil zu erschaffen, den Marmor zum Parthenon des Phidias verlieh — dieselbe, die einst durch eine zufällige Einlage, den Feuerstein, unzweifelhaft seine erste ins Licht der Wissenschaft fallende Kulturepoche überhaupt hatte begründen helfen. Weite Zeiträume

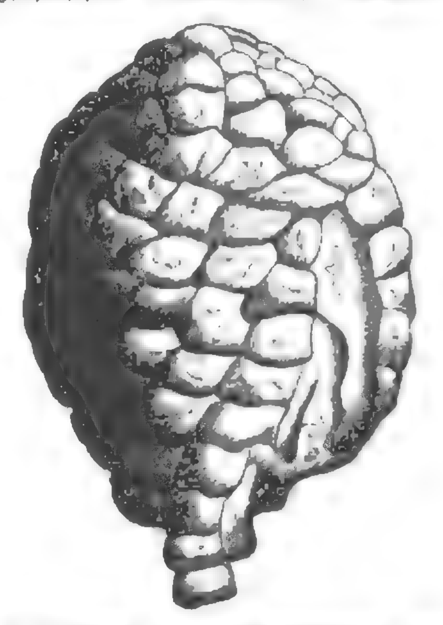
hindurch, über die uns die Funde im Lehm der Höhlen aus der sogenannten „Stein-Zeit“ belehren, besaß der nordeuropäische Mensch, dem die Metalle noch nicht Waffe und Werkzeug lieferten, ein unschätzbares Kulturgut in jenem Feuerstein, der in die weiße Schreibkreide als Erbe alten Tierlebens und geheimnisvoller Verkieselungsprozesse des Kreidemeers massenhaft eingebettet liegt. Er ersetzte ihm Messer und Schere, Beil und Lanzenspitze in den Tagen, da der riesige Höhlenlöwe noch vor seinem Felsversteck lauerte und das wollhaarige Rhinoceros im Eibendickicht trabte. Wie ein Blitz erhellen diese beiden Kreideprodukte, Marmor und Feuerstein, auf einen Moment den ungeheuren Weg, auf dem unablässige Arbeit des Menschengeistes sich von der Stufe etwa des heutigen Eskimo zu Phidias und Praxiteles emporgerungen.

Ablagerungen der Kreide — und zwar besonders der oberen Kreide — bleiben nicht auf Europa beschränkt, sondern ziehen sich breit auch durch alle anderen Erdteile. In der Fels- und Sandöde der afrikanischen Sahara zeigt sich die Oberfläche meilenweit mit Austernschalen der als Senon bezeichneten Epoche bedeckt. Tief ins Herz des asiatischen Kontinentes hinein lassen sich die Rudisten-Kalke verfolgen. Ammoniten-Schichten umspannen „das indopacifische Becken der damaligen Zeit in riesigem Bogen von Süd-Afrika bis Californien“ (Neumayr). Quer durch Nord-Amerika geht ein ähnlicher, offenbar in den gleichen klimatischen Differenzen begründeter Riß, wie er in Europa die Kreide in eine nördliche und südliche Zone teilt, — wozu sich mehr im Westen vielfach und gegen Ende der Formation entscheidend große Brackwasser- und Süßwasser-Sedimente gesellen. Jenes alte, kolossale Festland, das in der Jura-Zeit die quer über das atlantische Becken hinweg miteinander verschmolzenen Hauptmassen von Afrika und Brasilien bildeten, scheint im Verlauf der Kreide endlich auch vom Ozean durchbrochen worden zu sein, auf dessen Wogen dann die großen, der fabelhaften Seeschlange ähnlichen Meersaurier der Zeit (Mosasaurier) heranschwammen.

So erhebt sich aus den Resten vage das Bild einer der heutigen schon näheren, aber doch noch im Aussehen tief geschiedenen Erde: des Kreide-Globus, dessen anders umrissene Länder und Meere eine Tier- und Pflanzenwelt belebte, die erst ganz langsam aus dem mesozoischen Übergangstypus sich herauszulösen begann.

Wenn die markantesten Züge im höheren Tier- und Pflanzenleben maßgebend sein sollten, so müßte die Grenze zwischen der Jura-Zeit als dem Typus des erdgeschichtlichen Mittelalters und der Kreide-Zeit im engeren Sinne als der Vorstufe der Tertiär-Zeit nicht wie jetzt gebräuchlich in der Gegend des Wälderthons am Anfang der Neokom-Formation (vergl.

Tabelle S. 545) gezogen werden, sondern sie müßte einschneiden zwischen Gault und Cenoman, da, wo heute die Scheide zwischen unterer und oberer Kreide steht. Die untere Kreide ist, wenigstens für das entscheidende Gesamtbild, noch beherrscht in der Pflanzenwelt von den Gymnospermen der Trias und des Jura, den Nadelhölzern und Palmfarnen, während in der oberen Kreide mit voller Macht das Reich der eigentlichen Blütenpflanzen, der Angiospermen (vergl. S. 317), einsetzt. In der Tierwelt treten mit der oberen Kreide die Knochenfische (Teleostier) endgiltig in den Vordergrund unter Verdrängung der Schmelzschupper (Ganoiden), womit für den ganzen Typus der Meerfauna eine höchst charakteristische Wandlung vollzogen ist.



Fruchtkegel eines Palmfarns aus der Übergangs-Zeit zwischen Jura und Kreide.
Zamiostrobus crassus aus der Wälderformation der Insel Wight. (Nach Lindley und Hutton.)

Das scheinbar plötzliche Auftreten der decksamigen Blütenpflanzen (Angiospermen) inmitten der Kreide-Zeit hat seit seinem ersten Bekanntwerden immer neu zu denken gegeben. Der Leser erinnert sich an das früher Gesagte über den mutmaßlichen Stammbaum der Pflanzen. Im allgemeinen stimmte für die paläozoische und mesozoische Zeit bis zum Jura der paläontologische Thatbestand sehr gut mit dem vagen Umriß, wie ihn die morphologische und embryologische Spekulation entworfen. Auf ein ausgesprochenes Zeitalter der Prothallus-Pflanzen (vor allem der verschiedenen Gruppen der Farne) sahen wir in den beiden ersten Dritteln der Sekundär-Zeit (Trias, Jura) eine ebenso ausgesprochene Periode der Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne) folgen. Es wäre nunmehr naheliegend genug, daß im letzten Abschnitt der Sekundär-Zeit, in der Kreide, ein entsprechender Umschwung zu der höchsten Pflanzen-Abteilung, den Angiospermen, sich anbahnte, über deren Hochblüte bereits im nächsten Abschnitt der Erdgeschichte, in der Tertiär-Zeit, keinerlei Zweifel besteht. Der Umschwung wird denn auch sichtbar. Aber wie er uns jetzt in Europa entgegentritt, hat er doch etwas Gewaltsames, das schlecht zu der Idee einer langsamen und harmonischen Entwickelung passen will. Während sich das allmähliche Zurücktreten der Farnwälder gegenüber den Nadelholz- und Cykadeenforsten sehr gut überblicken ließ, scheinen die höheren Blütenpflanzen mit dem Einsetzen der oberen Kreide (Cenoman, vergl. Tabelle S. 545) ganz unvermittelt als Herrscher auf dem Plan dazustehen. Die Flora der unteren Kreide in England, Norddeutschland und den schlesischen Karpathen ist noch unzweideutige Jura-Flora mit Farnen, Cykadeen und Nadelhölzern. Die Flora

des europäischen Cenoman zeigt in unvermittelter Wandlung Eichen, Buchen, Kirschen, Epheu, dazwischen auch Magnolien und Palmen, also ein sehr kunterbuntes Gemisch, das aber durchaus zusammengesetzt ist aus Angiospermen, die sogar gleichzeitig in ihren beiden heutigen Haupterscheinungsformen, als Monokotyledonen (z. B. die Palmen) und Dikotyledonen (z. B. die Laubbäume) auftreten und keinerlei Übergangsformen zeigen. Längere Zeit stand man hier vor einem Rätsel. Die verschiedenen Spielarten der Gegner der Entwickelungslehre glaubten einen der springenden Punkte im Verlauf der Erdgeschichte vor Augen zu sehen, wo ihre gegnerischen Argumente sich an Thatsachen anlehnen durften. Der eine meinte, die Wende zum Cenoman bedeute eine jener plötzlichen „Umprägungen", wo durch irgend einen entweder direkt metaphysischen oder doch kosmisch in einer vorläufig schlechterdings unfaßbaren Weise bedingten Einfluß die organische Welt einen jähen Ruck gethan.*) Andere hofften hier die seltsame Ansicht bestätigt zu sehen, daß alle Hauptgruppen der Pflanzenwelt von Beginn des organischen Lebens an auf der Erde nebeneinander vertreten gewesen seien; zufällig sollten uns aus der Steinkohlenzeit bloß die Torfmoore mit ihren Kryptogamen, aus Trias und Jura bloß die Nadelholzbestände erhalten sein, während im Cenoman eben zum erstenmal ein echter Laubwald unter günstigen Bedingungen uns aufbewahrt worden wäre. Diese wirklich sehr wunderliche Hypothese, die doch selbst in einem so tiefen und geistvollen Kenner des Pflanzenlebens wie Kerner von Marilaun ihren Vertreter gefunden hat, sollte aber, ebensowenig wie die andere, mit metaphysisch unmotivierten oder für menschliche Erkenntnis wenigstens unmotivierbaren „Rucken" arbeitende, nicht viel Glück in unserem Einzelfall bewähren. Wie aus Funden der neuesten Zeit hervorgeht, scheint es nämlich mit der „Plötzlichkeit" der Cenoman-Flora thatsächlich gar nicht so schlimm zu stehen.

*) Man darf mit dieser groben und unklaren „Umprägungslehre", die bisher noch kein einziger ihrer extremen Vertreter über die nichtssagende Phrase hinausgebracht hat, nicht gewisse sehr berechtigte Vermutungen verwechseln, die z. B. Zittel gelegentlich geäußert hat. Zittel hat darauf hingewiesen, daß in der Erdgeschichte Zeiten der größeren Ruhe mit solchen größerer lokaler oder selbst die ganze Erde nach und nach betreffender Wandlungen vielfach abgewechselt zu haben scheinen (natürlich nicht im groben Sinne der alten Katastrophenlehre) und daß jedesmal solche Perioden, da die langsame Summierung vieler erdbildender Faktoren zu deutlich sichtbaren großen Veränderungen im Relief der Wasserverteilung und dem Klima geführt habe, auch die hauptsächlichen Anregungszeiten zur Auslösung neuer Anpassungen in der organischen Welt gewesen seien. Dem oberflächlichen Betrachter könnte es dann scheinen, als habe ein übernatürlicher Eingriff stattgefunden, während grade der besonnene Anhänger der Darwin'schen Lehre nur in der rascheren Umformung der Organismen die notwendige Folge intensiverer Wandlungen der geographischen und klimatischen Bedingungen sähe. In diesem Zittel'schen Gedankengang liegt in der That lediglich konsequenter Darwinismus, der mit jenen im Text berührten Unklarheiten nichts gemein hat.

Besonnene Köpfe hatten von Anfang an betont, daß hier höchstwahrscheinlich eine angebliche Neuentstehung verwechselt werde mit einer einfachen Neu-Einwanderung in Europa, also einem Vorgang, wie wir ihn in der Perm-Zeit für die Gondwana-Flora (Glossopteris-Flora) schon einmal erlebt, wie ihn uns die neuen Ammonoideenformen Deutschlands für den Beginn des Jura gezeigt und wie er schließlich heute noch evident ist bei jeder vorkommenden Gelegenheit, da vorher getrennte Floren- und Faunengebiete sich durch irgend eine lokale Ursache plötzlich vermischen. Welch rapide Umprägung der Arten müßte ein Paläontologe annehmen, der, ohne jede Kenntnis des großen Kulturereignisses der Entdeckung und Nutzbarmachung Amerikas durch die europäische Kultur, rein aus den versteinerten Resten heraus feststellen würde, wie die früher in Europa ganz unbekannte Kartoffel jählings weite Strecken dieses Kontinents besiedelt habe, wie in den Mittelmeerländern zwei ebenfalls absolut neue Gewächse, die Agave (vergl. Bd. I S. 9 ff.) und der Feigenkaktus binnen kurzem gradezu die bestimmenden Charakterpflanzen der Gegend geworden seien und wie umgekehrt in Süd-Amerika ein so auffälliges großes Säugetier wie das Pferd in derselben Zeit in ungeheuren verwilderten Scharen die Steppe zu beleben begonnen habe. Die Angiospermen-Flora des Cenoman kann allerdings nicht, wie es in all diesen Fällen geschehen ist, vom Menschen übertragen worden sein, da noch keine Menschen existierten. Wie aber, wenn das gleiche, was das künstliche Schiff des Menschen dem Pferde und der Kartoffel ermöglichte, die Natur im Verlauf der unteren Kreide durch Herstellung irgend welcher neuen Landbrücken einer ganzen fernen Flora geleistet hätte? Dann müßten die Reste der wirklichen Übergangs-Flora vom Nadelholz- und Cykadeen-Reich des Jura zu der Welt der echten Blütenpflanzen eventuell in ganz anderen Gegenden gesucht werden als in den bisher bekannten Teilen Europas, und das Rätsel des „plötzlichen“ Auftretens einer schon voll entwickelten Angiospermen-Flora bei uns fände seine Lösung wirklich in einer Einwanderung anderswo entwickelter, fertiger Typen einer höheren Art.

Auch hier, wie so oft, hat die intensive Forschung der jüngsten Zeit uns zum Glück noch ein gutes Stück über das Stadium der Hypothese hinausgebracht, und zwar sind Thatsachen genau im Sinne der Einwanderungs-Hypothese aufgedeckt worden. Grade im Moment, da zweifelnde Kritik mit den letzten bis dahin noch angeführten angeblichen Angiospermen-Funden aus dem Jura und der unteren Kreide auch noch aufzuräumen begann und der Riß im Cenoman also immer auffälliger zu werden drohte, sind aus zwei weit voneinander getrennten Fundstätten von zwei unabhängigen Beobachtern höchst interessante Lokalfloren beschrieben worden, die nicht bloß der unteren Kreide anzugehören, sondern auch wenigstens eine Annäherung an die gesuchten Übergangstypen darzubieten scheinen und von

denen mindestens die eine sehr geeignet sein dürfte, volles Licht auf die bereits hypothetisch geahnte Einwanderung zu werfen. Aus der Nähe von Almargen am Biskayischen Golf ist von Saporta eine neokome (also der untersten Kreide noch angehörige) Flora beschrieben worden, die mitten zwischen den Farnen, Palmfarnen und Nadelhölzern des Jura bereits eine Menge hoch entwickelter Angiospermen (lauter Dikotyledonen) enthält: Weiden, Lorbeeren, Misteln, Wolfsmilchgewächse, Erikaceen u. a. Hier ist also, falls die Saporta'schen Angaben ihre Richtigkeit behalten, schon für die frühe Kreide das Erscheinen (eventuell Einwandern) höherer Blütenpflanzen auf europäischem Boden festgelegt und die Möglichkeit eröffnet, die eigentliche Entstehung bis in den Jura zurückzuschieben. Wesentlich weiter noch führen dann die parallelen Funde, die in Nord-Amerika von Fontaine gemacht worden sind. Auch dort sind in Schichten, die dem Neokom zugeteilt werden müssen und nach dem Potamacfluß in Virginien als Potamacschichten bezeichnet worden sind, reiche Reste einer ursprünglichen Kreide-Flora zu Tage getreten. Und in dieser Pflanzenwelt vom Potamac läßt sich den Berichten nach thatsächlich schichtenweise verfolgen, wie zu den Farnen, Cykadeen und Koniferen des Jura ganz allmählich die Angiospermen hinzutreten, und zwar, was das Wichtigste ist, zum Teil in Gestalt sehr auffälliger Mischtypen — Mischtypen allerdings immer noch nicht in dem Sinne, daß der Übergang etwa der Palmfarne oder der Gnetaceen (vergl. den hypothetischen Stammbaum S. 318) in höhere Blütenpflanzen klar würde, aber Mischtypen wenigstens darin, daß sie Merkmale verschiedener heute scharf getrennter Gruppen solcher Blütenpflanzen in sich vereinigen, womit jedenfalls gesagt ist, daß wir in ihnen den Stammbaum wenigstens eine Stufe weiter zurückverfolgt haben. Neben den Mischformen (Acaciaephyllum, Ficophyllum, Aceriphyllum, Hederaephyllum u. s. w.) finden sich dann auch hier bereits gewisse heute noch weit verbreitete Gattungen: der zu den Lorbeergewächsen gehörige Sassafras-Baum, der gegenwärtig noch zu den Charakterbäumen Nord-Amerikas zählt, eine Anzahl Arten des Heuschrecken-Baumes (Hymenaea), der heute im tropischen Süd-Amerika flügelartig erweiterte Stämme von 26 m unterem Umfang entwickelt, und der Seifen-Baum (Sapindus), der ebenfalls heute Brasilien bewohnt und ein im Wasser wie Seife schäumendes Fruchtfleisch besitzt. Schwer entschlägt man sich der Vermutung, daß hier, in Nord-Amerika, auf einem damals längst bestehenden Kontinente, die Angiospermen und spezieller unter diesen die Dikotyledonen beträchtlich früher zur Entfaltung gelangt sind als in Europa und daß jene im Neokom bereits nach der spanischen Halbinsel vollzogene, im Cenoman aber auch im ganzen übrigen Europa plötzlich sichtbare Einwanderung von Amerika ihren Ausgang genommen habe. Die früher mitgeteilte Neumayr'sche Karte der Land- und Meerverteilung in der Jura-Zeit weist bereits in ihrem nearktischen Kontinent ein weit

gegen Europa vorspringendes Nord-Amerika, und für die untere Kreide steht nichts der Annahme im Wege, daß durch noch weiter gehende Trockenlegung im heutigen Atlantischen Ozean dieser Kontinent direkt bis nach Portugal und Spanien hinüber gegriffen habe, womit die Landbrücke den Angiospermen zur Wanderung frei geöffnet gewesen sein würde. Gleichzeitig mit der Einwanderung der amerikanischen Angiospermen nach dem westlichsten Süd-Europa muß auch eine analoge Übersiedelung hoch im Norden (wo offenbar noch immer viel milderes Klima herrschte als heute) stattgefunden haben, wie die von Nordenskjöld im nördlichen Grönland gesammelten Pflanzenreste beweisen, die Oswald Heer beschrieben hat. Auch auf diesem Wege kann ein Hauptschub von Angiospermen Europa erreicht und im Cenoman endgiltig erobert haben.

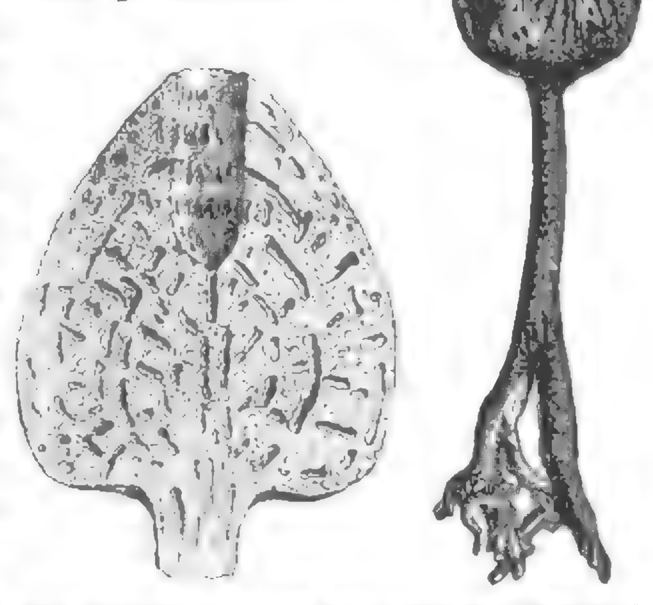
Jedenfalls ersieht man aus dem Ganzen so viel, daß die Welt auch hier einmal wieder nicht grade notwendig „mit Brettern vernagelt ist“. Wie wir jetzt bereits einem amerikanischen Entwickelungscentrum der Dikotyledonen auf der Spur sind, so mag uns ein nächster Fund vielleicht viel tiefer in den Jura hinein der wirklichen Übergangsstelle zwischen Gymnospermen und Angiospermen nahe führen, vorausgesetzt, daß dieser wichtige Wendepunkt sich nicht in einem Lande vollzogen hat, das uns heute nicht mehr in Sedimenten zur Verfügung steht. Seltsame und vorläufig unerklärte Erscheinungen bietet übrigens auch die fertige Angiospermen-Flora Europas, wie sie vom Cenoman an vor Augen steht, noch in Hülle und Fülle. Überblickt man die Reste einer Pflanzengenossenschaft, wie sie damals etwa auf dem böhmischen Festlande sich zusammenfand, so lassen sich vier Gruppen von Gewächsen unterscheiden — vorausgesetzt immer, daß die meist sehr schwierigen Bestimmungen bereits als maßgebend gelten können. Zunächst erscheinen gewisse, heute vollkommen ausgestorbene Gattungen. Hierher gehört Credneria, durch große Blätter von Böhmen bis Nordgrönland massenhaft vertreten, aber vergebens bisher mit lebenden Laubbäumen (Linden, Platanen u. a.) verglichen. Es folgen als zweiter Typus eine Anzahl echt mitteleuropäischer Bäume wie Eichen, Buchen, Weiden u. a., die an dieser Stelle nichts Überraschendes haben können und auf ein dem heutigen ähnliches Klima hinzuweisen scheinen. Eng an diese Gruppe schließen sich aber bereits unverkennbar südlichere und nicht europäische Formen an, die heute in diesen Gegenden höchstens als importierte Ware in Gärten kultiviert werden: der Tulpenbaum (Liriodendron) Nord-Amerikas und die Magnolie (Magnolia), die unsere Ziergärten ebenfalls von da und aus Japan beziehen. Und als vierte Gruppe gesellen sich im Bunde endlich gar Formen hinzu, die direkt nach den Tropen hinüberzudeuten scheinen: der oben schon für das Neokom verzeichnete Heuschreckenbaum (Hymenaea), der heute rein tropisch ist und von dessen ganzer Verwandtschaft (Familie der Cäsalpinien) nur ein einziger Vertreter in der

heißen Sonne unserer Mittelmeerküste Europäer geblieben ist (der schöne Johannisbrotbaum, Ceratonia siliqua), — und fächerblättrige Palmen (Flabellaria). Der Leser beachte, daß, abgesehen von der Merkwürdigkeit, die in der Existenz böhmischer Palmen überhaupt liegt, mit ihnen unverkennbar auch einmal Monokotyledonen auftreten. (Vergl. den Stammbaum S. 318.) Die gebräuchliche, auch morphologisch gut zu verfechtende Anordnung im System faßt die Monokotyledonen gegenüber den Dikotyledonen als den niedrigeren Typus auf. Man könnte also auch versucht sein, ihn für den geschichtlich älteren zu nehmen. Wie ersichtlich, spricht paläontologisch kaum etwas dafür, und es wird einstweilen besser dabei bleiben, daß man im Sinne des früher gegebenen Stammbaums beide Angiospermen-Klassen parallel zu einander von irgend einer (vielleicht den Kasuarineen nahestehenden) gemeinsamen Urgruppe ableitet, deren Reste uns noch fehlen.

Was für klimatische Verhältnisse damals in Böhmen geherrscht haben sollen, ist aus so widerspruchsvollen Dokumenten schwer zu entnehmen. Sicherlich ging auch jetzt noch wie in früheren Erdperioden, wo davon bereits die Rede war, ein mindestens sehr gemäßigtes Klima bis zu der Insel Disko in Nord-Grönland (siebzigster Breitengrad), wo jetzt kompakte Vergletscherung des ganzen Landes vorliegt, und bis Spitzbergen hinauf: aus Nordenskjölds Grönlands-Sammlung hat Heer eine Cenoman-Flora beschrieben, die ebenfalls Magnolien, Crednerien, Sassafras-Lorbeer, Pappeln u. a., angeblich sogar Palmen enthält. Diese Flora ist der böhmischen und nordamerikanischen derselben Zeit in einer Weise ähnlich, daß „ein Unterschied von 30 Breitengraden kaum eine merkliche Verschiedenheit hervorruft“ (Neumayr). Und doch scheint es aus zoologischen Gründen, wie sie oben schon einmal gestreift sind und bereits im Jura hervortraten, im allgemeinen so evident, daß in der Sekundär-Zeit, zumal so nahe gegen Ende, schon sehr fühlbare klimatische Zonenunterschiede bestanden haben. Man steht da vor Rätseln, die erst die Zukunft durch minutiöseste Sichtung und planmäßige Erweiterung des Materials bewältigen wird, — vor allem wieder, indem sie sich einer systematischen geologischen Durchforschung der heute von Eis umstarrten Polarlande zuwendet, in deren Gestein wahrscheinlich die Antwort auf ein ganzes Bündel paläontologischer Fragen dieser Art liegt.

Wenn man der Pflanzenwelt gegenüber mit einigem Recht sagen darf, daß die Sekundär-Zeit nicht mit dem Schluß, sondern etwa mit der Mitte der Kreide-Formation aufhört, so paßt das auf die Tierwelt lange nicht in dem Maße. Ein großer Schnitt liegt zwar (durch den endgiltigen Sieg der Knochenfische über die Schmelzschupper) auch hier zwischen Gault und

Cenoman. Aber er trifft nur die Wirbeltiere. Im Reich der Wirbellosen geht der Kampf zwischen Neuzeit und Mittelalter, zwischen Tertiär- und Sekundär-Zeit in ganzer Wucht bis ans Ende der Epoche. Erst mit diesem brechen so reich entfaltete Entwickelungsketten wie die der Ammonshörner und der Donnerkeil-Tintenfische endgiltig ab. Große und typische Gruppen wie die seltsamen Rudisten-Muscheln kommen grade in der zweiten Kreidehälfte (vom Cenoman an) noch in Hochblüte, um dann ebenfalls mit der Wende zum Tertiär für immer abzufallen. Und selbst im Bereich der Wirbeltiere sehen wir jenseits der Fische (es ist schon im vorigen Kapitel vorgreifend erzählt) jene charakteristischen Episodenfiguren des Reptilstammes, die Flugsaurier und die Dinosaurier, bis zum Ende in immer groteskeren Formen mitgehen, während allerdings gleichzeitig von den beiden heute noch blühenden Mittelklassen des Gesamtstammes die eidechsenartigen Reptile und die Vögel ihren ersten starken Anlauf nehmen, dem die Zukunft gewiß ist. Im ganzen läßt sich sagen, daß trotz der enormen Formen- und Individuenfülle zumal der niederen Tiere die Kreide für unsere Darstellung einen engeren Raum beansprucht als die meisten früheren Erdepochen. In vielem braucht der Bericht nur kurz zu ergänzen, was bei Trias und Jura schon eingehend besprochen ist.

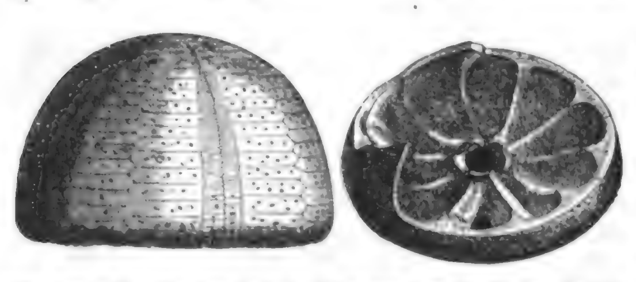


Ein Kieselschwamm aus der Kreide-Zeit (Grünsand von Blackdown):
die Siphonia tulipa.
Rechts sieht man das ganze, unten festwurzelnde Tier in halber natürlicher Größe (nach Sowerby), links den oberen Teil in natürlicher Größe vertikal durchgeschnitten. Sehr häufig sind diese Kieselschwämme der Kreide in Feuerstein umgewandelt.

Erwähnt ist bereits im Eingang des Kapitels, welche entscheidende Rolle die unzählbaren Kalkgehäuse der winzigen Foraminiferen (Urtiere) für ganze Abschnitte der oberen Kreide (weiße Schreibkreide) gespielt haben. Auch der schon relativ höher organisierten Schwämme ist dort gedacht, die in der Gruppe der Kieselschwämme ebenfalls bedeutsam für die Feuersteineinlagerungen dieser Foraminiferen-Kreide geworden zu sein scheinen. Wunderliche Gestalten begegnen uns unter diesen Kieselschwämmen, sobald die ganze Form noch erhalten ist. Die Gattung Coeloptychium aus der oberen Kreide (z. B. bei Braunschweig) gleicht vollkommen einem flachen Pilz mit kurzem Stiel. Bei der abgebildeten Siphonia tulipa Englands ist der Stiel so lang und die Krone so eigentümlich geschwellt, daß etwa das

Ansehen einer Mohnfrucht oder geschlossenen Tulpe entsteht, wobei eine regelrechte verästelte Wurzel den Pflanzentypus noch unterstützt.

Wie in der Trias ungeheure, in den heutigen Dolomitalpen besonders konservierte Korallenriffe der blauen Flut des damaligen alpinen Mittelmeeres entstiegen, die dann im Jura sich über ganz Europa unter offenbar besonders günstigen Bedingungen ausdehnten, so sehen wir auch in der Kreide — vor allem der mittleren — ähnlich enorme Riffe von den Pyrenäen an bis nach Ungarn hinüber sich quer durch die alpine (südliche) Provinz Europas (vergl. S. 546) dahinziehen, — nur daß die riffbildenden Korallentiere selbst bereits wesentlich mehr schon den heute lebenden Gattungen sich nähern. An Orten, wo der zu Kreide verhärtete weiße Tiefseeschlamm uns überliefert ist, wird man natürlich vergebens solche Riffe suchen, und so finden sich entsprechend im Gebiet der weißen Kreide nur typische, niemals zur Riffbildung schreitende Tiefsee-Korallen, auch unter ihnen bereits echt moderne Formen wie die noch lebende Caryophyllia cylindracea.



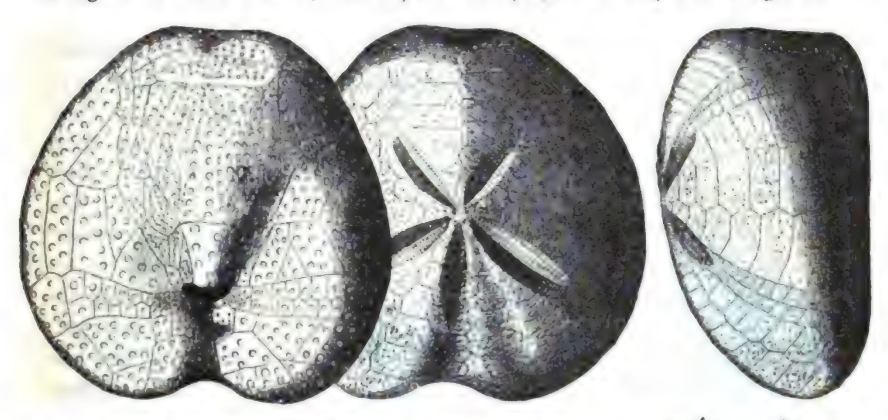
Ein irregulär gebauter Seeigel (Tier aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Kreide-Zeit:

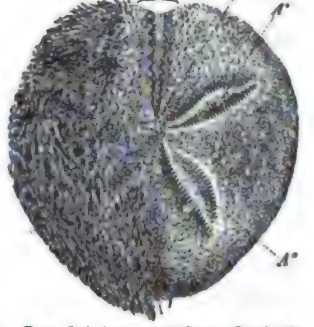
Discoidea cylindrica aus der mittleren Kreide von Lüneburg, links von der Seite, rechts aufgebrochen, in natürlicher Größe.

Die irregulären Seeigel unterscheiden sich von den regulären dadurch, daß Mund und After nicht mehr wie beim regulären Seeigel genau als unterer und oberer Pol (der Mund ist unten) einander gegenüberliegen (vergl. Text S. 517). Bei der hier dargestellten, in der ganzen Kreide weit verbreiteten Gattung Discoidea, die zur Familie der Echinoconidae gehört, liegt der Mund (in der Figur rechts gut sichtbar) noch genau im unteren Centrum, während der After weit herunter bis auf dieselbe Seite (in der Figur rechts ganz vorne) gerückt ist. Bei den noch unregelmäßiger gebauten Seeigeln verläßt auch der Mund seinen Platz im Centrum, wie das sehr deutlich auf dem gegenüberstehenden Bilde und der schon S. 517 mitgeteilten Ananchytes ovata zu verfolgen ist.

Im Kreise der Stachelhäuter (Seelilien, Seesterne, Seeigel und Seegurken) tritt alles zurück gegenüber den Seeigeln. Das begann schon im Jura, jetzt ist es entschieden. Massenhaft zeigen sich bei ihnen die irregulären Formen, bald halb irregulär (bloß mit veränderter, dem Centrum der Oberseite entfremdeter After-Stellung) wie die Echinokoniden (z. B. Discoidea), bald ganz unregelmäßig (mit verschobenem Mund und After) wie die Spatangiden (Micraster). In der weißen Schreibkreide (z. B. in Stubbenkammer auf Rügen) bilden die Seeigel einen sehr ansehnlichen Prozentsatz, und zwar sind grade hier Gattungen vorherrschend, die aufs beste zu der Annahme stimmen, daß dieses schönste Kreide-Sediment eine Tiefseebildung sei. Lange Zeit glaubte man nämlich, hier durchweg fremde

heute total verschollene Formen vor sich zu haben. Da auf einmal aber bewiesen die großartigen Tiefsee-Untersuchungen der neueren Zeit, daß man sich bloß in der Art des Suchens geirrt hatte: die wenig veränderten Nachkommen jener charakteristischen Kreide-Gruppe der Ananchytiden (vergl. das Bild S. 517) bewohnen auch heute noch die Abgründe





Sehr irregulär gebaute Seeigel aus der Kreide-Zeit und aus der Gegenwart:
Oben **Micraster cortestudinarium** aus der weißen Kreide von Meudon bei Paris in natürlicher Größe von der Seite (links), von oben und von unten. Unten **Spatangus purpureus**, ein heute noch im Mittelmeer und Atlantischen Ocean lebender Seeigel in halber Naturgröße; auf der rechten Hälfte sind die dünnen violettroten Stacheln entfernt. Beide Seeigel gehören der gleichen Familie der **Spatangidae** an, die in der Kreide beginnt, im Tertiär und der Jetztzeit aber erst zu voller Entfaltung kommt. Bei Vergleichung des oberen Bildes mit dem gegenüberstehenden (**Discoidea cylindrica**) und dem bereits auf S. 517 mitgeteilten (**Ananchytes ovata**) erkennt man, daß bei diesen ganz unregelmäßig gebauten Seeigeln auch der Mund (bei der dritten, rechts stehenden Figur oben) nicht mehr im Centrum der Unterseite liegt. Den bei den regulären Seeigeln genau im oberen Pol gelegenen After sieht man bei der mittelsten Figur ganz unten. Die Unterseite des lebenden **Spatangus** würde eine ähnliche Lage beider Öffnungen zeigen; auf der dargestellten Oberseite sieht man bei *A*, *A'* und *A''* die Ambulakralfelder, über die S. 516 in der Bildunterschrift eingehend gesprochen ist und die hier eine Art Rosette bilden; bei *a* liegen die vier Genitalöffnungen.

der Tiefsee. Nachdem der Bann so einmal gebrochen war, hat man nicht weniger als 13 lebende Gattungen mit 27 Arten entdeckt, — eine davon, die Pourtalesia miranda, ist schon im vorigen Kapitel abgebildet. Auch ein überaus merkwürdiger regulär gebauter Seeigel der Kreide-Zeit, Echinothuria, ist auf diesem Wege fast genau lebend wiedergefunden worden in dem großen, prachtvoll scharlachroten Leder-Seeigel (Asthenosoma hystrix), den die Tiefsee-Forscher Thomson und Carpenter zwischen Irland und den Faröerinseln aus einer Tiefe von 450 Faden her-

aufgeholt haben und der sich durch eine einzigartige Beweglichkeit seines von biegsamen Hautstreifen durchbrochenen Panzers auszeichnet.

Von jenen zweifelhaften Tierstämmen, die bald enger den Würmern, bald den Mollusken angeschlossen worden sind, treten die Brachiopoden mehr und mehr in den Hintergrund, während zugleich eine wachsende Annäherung an die bescheidenen heutigen Vertreter sichtbar wird; so lebt die abgebildete Gattung Rhynchonella gegenwärtig noch. Eigentümlich intensiv dagegen machen grade in der Kreide (vor allem der obersten) die Moostiere oder Bryozoen (vergl. das Bild S. 561) sich breit, — breit in des Wortes buchstäblicher Bedeutung, da sie trotz der Kleinheit ihrer Einzelindividuen durch gesellige Lebensweise und Aneinanderreihen ihrer Kalkgehäuse korallenartige Stöcke von gewaltigem Umfang bilden. Die jüngsten Kreideschichten allein liefern gegen 700 Arten, die bald die weiße Schreibkreide massenhaft durchsetzen, bald, wie in gewissen belgischen und holländischen Kreidetuffen, überhaupt das ganze Kalkmaterial des Gesteins liefern.



Schalen von Armfüßern (Brachiopoden) der Kreide-Zeit.
Über die Natur der Brachiopoden, die mit den Muscheln nichts zu thun haben, vergl. die Unterschrift zu dem Bilde S. 279. Die dargestellten Arten sind (links) Rhynchonella vespertilio aus der oberen Kreide von Villedieu, (rechts) R. lacunosa aus Franken. Die Gattung Rhynchonella umfaßt eine Masse von Arten (gegen 500) und bietet ein ausgezeichnetes Beispiel von Dauerhaftigkeit. Sie beginnt schon im unteren Silur, also an der Grenze unserer Überlieferung, erreicht ihre höchste Blüte in der Jura-Zeit und lebt gegenwärtig noch in etwa 8 Arten in unsern Meeren.

Es hält schwer, sich auch nur einen annähernden Begriff zu bilden von der ungeheuren Zahl der Muscheln, die eine solche lange und den Mollusken offenbar überhaupt höchst günstige Erdepoche wie die Kreide-Zeit hervorgebracht haben muß. Ist es doch heute beinah unmöglich, mit Ziffern auch nur ganz vage zu fassen, was unsere Gewässer in dieser Hinsicht leisten. Es dämmert etwas davon auf, wenn wir hören, daß in Paris jährlich etwa 75 Millionen Austern verzehrt werden, in London bis zu 800 Millionen, daß in der Kieler Bucht jeden Winter gegen dreieinhalb Millionen Stück der eßbaren Miesmuschel in ausgewachsenem Zustand geerntet werden; daß an dem unter Wasser getauchten Teile eines Badeflosses dieser Bucht nach einer Schätzung von Möbius 30000 solcher Miesmuscheln auf einen Quadratmeter kamen; daß aber solche Anhäufungen wirklich entwickelter Individuen ein Kinderspiel sind gegen das, was bei günstigsten Verhältnissen, die das Aufkommen aller produzierten Jungen ermöglichte, entstehen könnte: eine einzige alte Auster erzeugt rund etwa eine Million Junge, die, sämtlich ausgewachsen, ungefähr 12000 Fässer füllen würden. Nur vor solchen Bildern erhält man einen Maßstab für

das Verständnis der Muschelmassen, die uns die Kreide hinterlassen konnte. Sie hinterließ sie uns besonders in einer typischen Formvertretung, die so ausschließlich ihr und nur ihr angehört, daß man wenigstens ihre obere Abteilung ohne Zwang danach als die Periode der Rudisten-Muscheln bezeichnen könnte. Diese Rudisten, auf deren eigentümliche geographische Verbreitung oben bereits hingewiesen ist, müssen wir uns jetzt etwas näher ansehen, wozu der Leser das Bild auf S. 547 noch einmal aufschlagen möge. Die abgebildete Hippurites (Pferdeschwanz-Muschel) gleicht auf den ersten Anblick gewiß eher einer Koralle oder einer jener früher (S. 299) mitgeteilten Nautilusschalen von der Sorte des Cyrtoceras als einem Tiere aus der Klasse, in die unsere Austern, Miesmuscheln und Malermuscheln gehören. Es sind zwar zwei Schalen da wie bei allen echten Muscheln, aber schon die rein äußerliche Betrachtung lehrt, in welchem merkwürdigen Mißverhältnis sie hinsichtlich der Größe stehen und wie absonderlich die kleine sich zur großen in der Lage stellt. Die größere, rechte Schale hat die Gestalt eines Kegels, der mit dem spitzen Ende zu Lebzeiten des Tieres am Boden festwuchs. Auf diesem oben offenen Kegel bildet die linke Klappe, die im Gegensatz sehr flach ist, einen regelrechten Deckel, der in einer höchst komplizierten, sehr im Widerspruch zu allen heute lebenden Muscheln stehenden Weise eingelenkt war. Die Fremdartigkeit wird noch verstärkt, wenn man die feinere Innenstruktur der Schalenwände untersucht, wobei sich abermals Unterschiede gegenüber den andern Muschelschalen herausstellen. Unter diesen Umständen kann es nicht wunder nehmen, daß die Muschel-Natur der Rudisten (das Wort bedeutet so viel wie „die Ungeschlachten") lange und immer wieder angezweifelt werden konnte. Ihr erster Geschichtsschreiber, Picot de Lapeirouse, glaubte sie mindestens unter die Kopffüßer und die Austern „verteilen" zu müssen. Desmoulins und Carpenter formulierten eine ganz besondere Tiergruppe, die sie zwischen die Ascidien und die (im vorigen Kapitel abgebildeten) Entenmuscheln (festwachsende Krebse) setzten. Sharpe nahm sie direkt für solche Krebse, Goldfuß und d'Orbigny sahen in ihnen Brachiopoden, Leopold von Buch verteidigte die Korallen-Natur und Steenstrup hielt sie für Würmer. Obwohl es sich bei diesen wechselnden



Ein korallenähnlicher Zweig von sogenannten Bryozoen oder Moostierchen der Kreide-Zeit.
Die Bryozoen bilden ästige Stöcke, wie die Korallen, unterscheiden sich von diesen aber im innern Bau so sehr, daß man sie zu Vertretern einer ganz besonderen, höchstens den Würmern nahestehenden Tiergruppe erheben mußte. Die hier dargestellte Art (Fasciculipora incrassata) aus der obern Kreide von Meudon bei Paris gehört einer Gattung an, die noch heute lebende Vertreter auf der Erde hat.

Meinungen durchweg um die Stimmen gewiegter Autoritäten handelte, ist doch schließlich die Ansicht Lamarcks und Deshayes zu entscheidender Geltung gekommen, die von der echten Muschel-Natur ausging und trotz aller Absonderlichkeiten in diesem Fach des Systems einen Unterschlupf für sie suchte. Gegenwärtig reiht man sie dort zwischen jenen seltsamen, in manchem entschieden verwandten Chamiden, die wir im vorigen Kapitel betrachtet haben (S. 518) und die auch in der Kreide lebhaft fortblühten, und den kolossalen Tridakniden ein, zu denen die größte lebende Muschel der Erde, die als Weihwasserkessel verwertete Riesenmuschel des Indischen Oceans (Tridacna gigas mit 100—200 kg Gewicht bei 1—2 m Durchmesser) gehört. Die beiden wichtigsten Gattungen der Rudisten sind die abgebildete Pferdeschwanz-Muschel (Hippurites) und die Strahlen-Muschel (Radiolites). Die Hippuriten erscheinen in der mittleren Kreide und machen das Gros in den südfranzösischen, spanischen, alpinen, dalmatischen und griechischen Rudistenkalken aus (vergl. S. 547). Zahllos parallel aneinander gedrängt, bilden sie vielfach regelrechte, den Korallen sehr gut vergleichbare Riffe von mehreren Metern Höhe, wobei Einzelindividuen bis zu 1 m lang werden können. Von der ganzen Familie ist niemals ein Exemplar außerhalb der Kreide-Formation gefunden worden, weder vor ihr noch nach ihr. Jede Hypothese versagt, warum grade dieser eine Zeit lang offenbar sehr begünstigte Molluskentypus spurlos schwinden mußte, wo doch sonst eine Menge Muscheln jener Zeit (z. B. die Austern) noch in voller Blüte uns heute vor Augen sind. Man ahnt nur dunkel, daß unser Bild jener alten Epochen gewaltige Lücken zeigt, die vor allem in den Lebensbedingungen der Organismen deutlich werden — Lücken, die gewiß nichts Wunderbares haben, wenn man bedenkt, wie verzweifelt gering verhältnismäßig unsere Kenntnis von den Existenzbedingungen selbst der heute lebenden niederen Tiere ist. Wir tappen ihnen gegenüber ratlos im Dunklen an Stellen, wo der praktische Nutzen längst zu sorgfältigstem Studium hätte drängen sollen. Das ist zum Beispiel ungemein deutlich geworden bei den verzweifelten Versuchen mit künstlicher Austernzucht und ähnlichen Fällen, wo der Mensch zu eigenen Ernährungszwecken der Natur etwas nachzuhelfen suchte, bisher aber durchweg ein unverhältnismäßiges Lehrgeld hat zahlen müssen, da die Forschung, auf die er sich in der Praxis stützen sollte, für dieses eigentliche Gebiet des Tierlebens viel mehr noch im argen liegt, als ein Blick etwa auf ein schön geordnetes Museum mit seinen sauberen Etiketten für gewöhnlich ahnen läßt. Grade bei den Muscheln ist es von besonderer Wichtigkeit, sich daran zu erinnern, daß die Existenzbedingungen des Alters, der ausgewachsenen Form, keineswegs immer zusammenfallen mit denen der Jugend. Die Jugendform (Larve) der Auster wie die aller anderen Muscheln von heute — also wahrscheinlich auch die jener verschollenen

Rudisten — ist keineswegs ein mit seiner Schale festhaftendes, sondern ein frei schwimmendes Tier, das erst nach einer gewissen (bei der Auster sehr kurzen) Schwärmzeit zur Ansiedelung schreitet. Plötzlich auftretende Feinde dieser Muschellarven, allmählich wachsende Ungunst der Bewegungsverhältnisse des Wassers, durch die beständig Massen der winzigen Larven von den zur Ansiedelung allein günstigen Strecken weg in die offene See hinaus verschwemmt werden und ähnliche Umstände mehr vermögen so zahllose Generationen und schließlich Arten und Familien zu vernichten, auch wenn die Existenzbedingungen des am Boden haftenden erwachsenen Tieres die alten bleiben. So viel ist allerdings gewiß, daß über den Rudisten ein ganz anderer Unstern gewaltet hat als etwa über den Austern selbst. Schon Ende der sechziger Jahre waren aus der Kreide nicht weniger als 264 Arten Austern beschrieben, — ihre Blütezeit war also damals jedenfalls auch, und doch sind sie in einer immerhin noch ansehnlichen Entfaltung bis heute auf dem Plan geblieben. Von sonstigen charakteristischen Muscheln der Zeit sei wieder eine Verwandte unserer Perlmuschel (Avicula) abgebildet: der Inoceramus Cripsi. Die Inoceramus-Arten sind für die Kreide in ähnlicher Weise Charaktertypen und Leitfossile wie die eng verwandten (ebenfalls zur Familie der Aviculidae gehörigen) Gattungen Posidonomya (S. 353) und Monotis (S. 431) für Karbon, Trias und Jura.



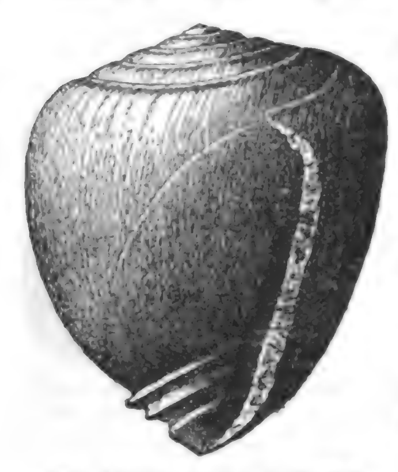
Eine Muschel aus der Kreide-Zeit.
Die Art (Inoceramus Cripsi aus der Kreide von Gosau in den Salzburger Alpen; 1/2 natürl. Größe) gehört zu den charakteristischen Fossilien der Kreide-Zeit. Die Inoceramus-Arten zählen zur Familie der Aviculidae wie die heute noch lebende Perlmuschel (Avicula).

Wie heute noch gewisse Gruppen der Schnecken durch ihre Lebensweise aufs engste den Muscheln verknüpft werden und dem Laienauge wohl ganz mit diesen verschmelzen, so zeigen sich auch in Gesellschaft jener Rudistenriffe der Kreide zahlreiche schöne Schneckenarten. Als ein Typus kann die Actaeonella gigantea gelten, die in die Familie unserer rotbraun und weiß gebänderten Aktäonsschnecke gehört und gleich den Rudisten, deren treue Begleiterin sie in der ganzen alpinen Rudistenkreide ist, massenhaft im Seichtwasser der Kreideufer gehaust haben muß.

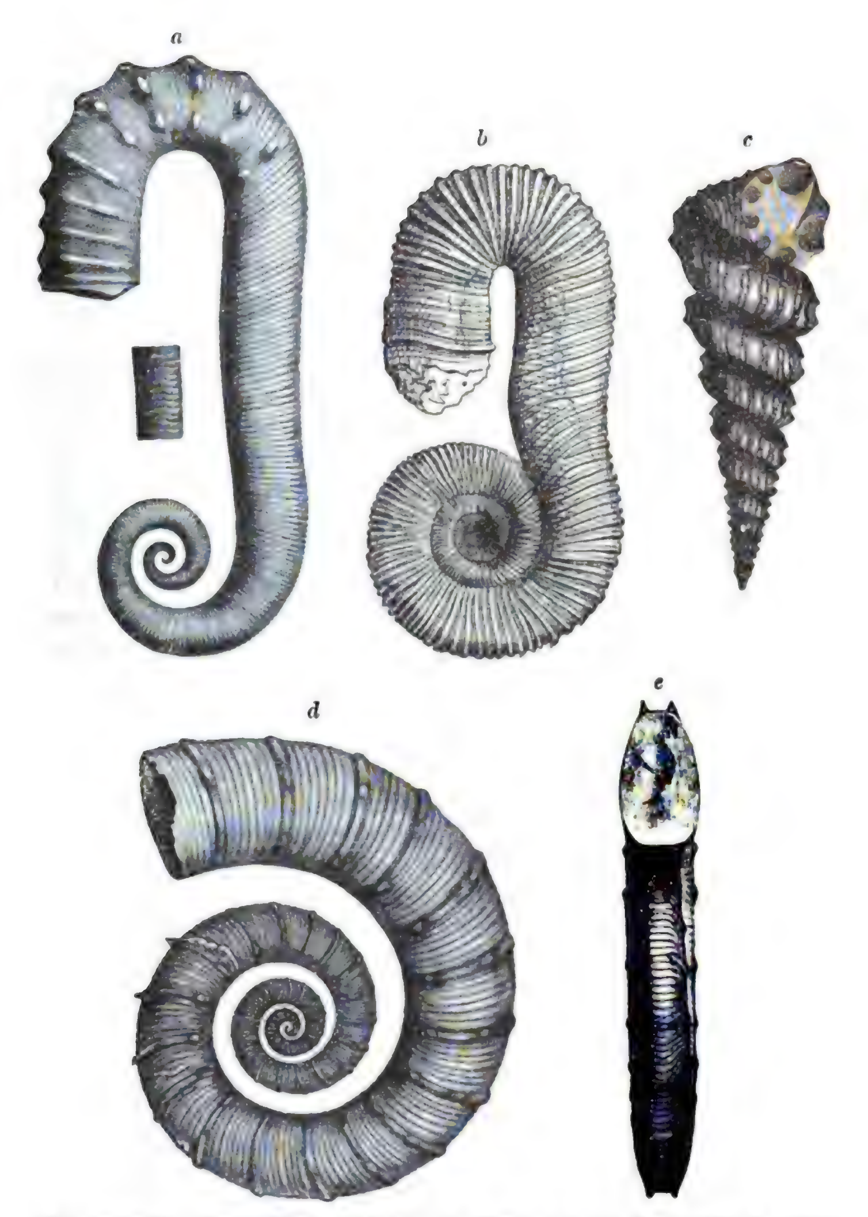
Wenn wir von einem Rätsel sprechen, das in der Geschichte der Rudisten-Muscheln steckt und vor allem ihren Schluß verdunkelt, so mag es beinah wie ein mildernder Umstand erscheinen, daß dieses Rätsel nur einen Teil darstellt inmitten eines offenbar viel umfassenderen Geheimnisses. Sobald nämlich der Blick um den Ausgang der Kreide zu den höchsten aller Weichtiere, den Kopffüßern, hinüberschweift, stößt er auf einen der entscheidendsten Aktschlüsse der gesamten organischen Entwickelung: das

Ende der Ammonshörner. Das „Warum" des endgiltigen Verfalls aber einer so überaus reichen, durch so viel Zeitalter sieghaft bewährten Tiergruppe auffälligster Art ist genau so unentwirrbar wie die Schicksalsfrage der Rudisten, und nur das ist in der That sehr wahrscheinlich, daß dieselben physischen Veränderungen auf der Erde, die offenbar das Ende der Kreide zu einem wirklichen Wendepunkt aller organischen Entwickelung gemacht haben, hier wie dort die gemeinsame Ursache abgegeben haben.

Mustert man die Formen, die das Ammonitenvolk in letzter Stunde entwickelte, so wird schon lange darin evident, daß irgend etwas bevorstand. Eine Tendenz, die früher (z. B. in der Trias) nur vereinzelt einmal sich zeigte, wird entscheidend: die Spirale des Gehäuses rollt sich mehr und mehr auf, — aus dem Schneckenornament wird ein Stab. An und für sich brauchte das kein Verfallsmoment zu sein. Die verwandten Nautiloideen traten, wie wir gesehen haben, grade in den ältesten Schichten — in der Morgenröte ihrer Entwickelung — zahlreich mit stabförmigen Gehäusen auf (Orthoceras), und heute, wo sie nahezu ausgestorben sind, wahrt ihr letzter Mohikaner, der Nautilus pompilius, umgekehrt die ausgesprochenste Spirale. Aber bei den Ammonoideen ist grade diese Neigung so kurz vor dem Ende doch zu auffällig, als daß man sie nicht mit diesem Ende irgendwie im Zusammenhang denken sollte. Man hat sich mit fortschreitender Detailforschung überzeugen müssen, daß es keineswegs eine bestimmte Gruppe innerhalb des Stammes war, die mit aufgerollten Schalen die Nachhut bildete — in den verschiedensten, für den Stammbaum offenbar parallel zu denkenden Ästen des Ammonoideen-Geschlechtes tritt die gleiche Tendenz dahin auf. Das läßt denn doch auf irgend eine Beziehung zwischen der Loswickelung der Spirale und dem Verfall selbst raten. Falls man nicht sich auf ein kühnes Hypothesengebäude einlassen will, das von Steinmann errichtet worden ist und die heutigen weichen Achtfüßer unter den Tintenfischen als die allmählich ganz aus ihrer Schale herausgewachsenen direkten Abkömmlinge der Ammonoideen eingliedert (die Beweisführung ist vorläufig sehr lose), — so wird man schwer etwas anderes annehmen können, als daß den Ammonstieren entweder ihre Stunde schlug, weil sie (entartend)



Eine Schnecke aus der Kreide-Zeit.
Die dargestellte Art (Actaeonella gigantea von Grünbach in Nieder-Österreich) gehört zu einer Gattung, die vielfach ganze Schichten erfüllt, zumeist in Gesellschaft der S. 547 abgebildeten Rudisten-Muscheln.



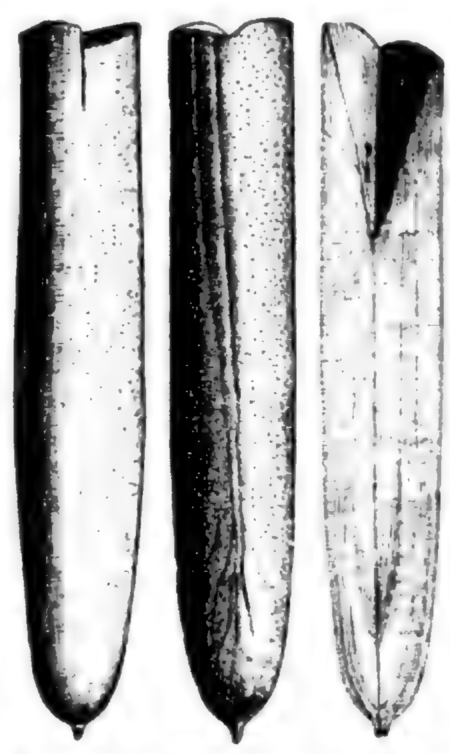
Vier irreguläre Ammonshörner (Schalen von Tieren aus der Verwandtschaft unserer Tintenfische) der Kreide-Zeit.

Man beachte die von den früher (z. B. S. 521 ff.) mitgeteilten Formen gänzlich abweichende Auflösung oder Änderung der Spirale. *a* ist Ancyloceras Renauxianus (nach d'Orbigny), *b* Macroscaphites Ivanii aus den Karpathen, *c* Turrilites catenatus (nach d'Orbigny), *d* Crioceras Duvalii (nach d'Orbigny), *e* dasselbe von vorne.

die Spiralform gleichzeitig in hellen Haufen verließen — oder daß sie, aus anderen Gründen verfallend, diesen Verfall zunächst in seltsamen Formänderungen wie der Lösung ihrer so lange hartnäckig bewahrten Spirale äußerlich anzeigten. Im allgemeinen ist es einleuchtend, daß die Zerbrechlichkeit der Schalen jedenfalls wuchs, sobald die feste Spirale aufgegeben wurde, — wenigstens solange die Schale den brüchigen Nautilus-Charakter mit den bis zum Ende hohlen Kammern behielt. Auch hat Quenstedt darauf hingewiesen, daß in manchen Fällen bei sonst regelrechten Spiral-Gattungen die Auflösung der letzten Umgänge vereinzelt als individuelle, wahrscheinlich krankhafte Mißbildung beobachtet wird, was die Annahme verstärken hilft, es seien schließlich die Ammoniten im ganzen einer um sich greifenden chronischen Verbildung dieser Art erlegen. Eine sichere Entscheidung ist indessen vorerst nicht möglich. Unser Bild führt ein paar solcher halb und ganz gelöster Formen anschaulich vor. Crioceras zeigt eine Gattung, die mit über hundert Arten das Neokom (unterste Kreide) erfüllt und von Mittel-Europa bis Chile und Australien (Queensland) verbreitet ist. Eng dazu gehört Ancyloceras aus derselben Zeit, — die Unterscheidung dieser Formen in verschiedene Gattungen ist nach Quenstedt und Pictet eine mehr oder minder schwankende und Irrtümern unterworfene, wie denn z. B. schon im Bilde leicht ersichtlich wird, daß ein am Schluß des Schaftes abgebrochenes unteres Stück von Ancyloceras leicht als Crioceras bestimmt werden kann. Welchen früher regelrecht spiraligen Zweig der Ammonoideen grade diese Crioceras und Genossen fortsetzen, ist noch offene Streitfrage. Jedenfalls aus einer ganz anderen Ecke ist der äußerlich ähnliche Macroscaphites hervorgegangen. Bei Turrilites stellt sich statt des Bischofsstabes die regelrechte vertikale Schneckenspirale ein, wie wir das schon früher einmal bei einer Triasform (Cochloceras, S. 430) ähnlich gesehen haben. Die Entwirrung aller dieser nicht nur in ihrer Gestalt, sondern auch in der systematischen Deutung wirklich labyrinthischen Formen wird noch lange Zeit die Detailforscher in harter Arbeit halten. Gewiß aber ist keine Mühe, die hier aufgewendet wird, verloren — wie sich denn überhaupt der Laie meist keinen Begriff davon macht, welche Fülle genialen Geistes an solchen scheinbar unbedeutenden Spezialfragen der Paläontologie bewährt werden kann — und auch wirklich bewährt werden muß, wenn in den großen Fragen ein ersprießlicher Fortschritt möglich werden soll, der über die ganz vagen Hypothesen hinausführt.

Auch die Belemniten, jene zweikiemigen Tintenfische mit hartem Innenskelett, die wir im Jura kennen lernten, vollenden in der Kreide ihre Bahn. Offenbar hatte auch diese Verinnerlichung des harten Gerüsts, — wesentlich besser jedenfalls als die hohle Röhre des zum Stab verlängerten Ammonstieres, wie sie war, — doch noch ihre Schwächen. Indem der Tintenfisch auch sie verwarf und sich ganz oder fast ganz aller soliden Teile

entledigte, mußte der Typus des Belemniten als solcher eingehen, wenn auch ziemlich wahrscheinlich bleibt, daß hier kein wirkliches Aussterben stattfand, sondern nur eine endgiltige Abschwenkung nach einer Seite, die wir schon in jener weichen Acanthotheutis des lithographischen Schiefers parallel existierend fanden und die sich offenbar so glücklich bewährt hat, daß heute mit verschwindender Ausnahme das ganze vielköpfige Geschlecht der Tintenfische nahezu oder vollkommen skelettlos geworden ist. Die abgebildete Belemnitella ist eine der letzten Varianten, die der reine Belemnitentypus noch kurz vor Thorschluß einging.



Donnerkeile (Scheiden von Tintenfischen) der Kreide-Zeit.
(Vergl. S. 525.)
Die dargestellte Art ist Belemnitella quadrata Blainville aus der oberen Kreide: links von der Bauchseite, in der Mitte von der Seite, rechts im Längsschnitt. (Nach d'Orbigny.)

Über den Stamm der Gliedertiere nur ein Wort. Die Reste aus der Kreide sind grade da, wo sich die interessantesten Formen finden, bei den Insekten, sehr mangelhaft, da in der gesamten Kreide kein Terrain existiert, das sich etwa mit dem Jura von Süd-England und von Solenhofen messen könnte. Trotzdem ist es aus theoretischen Gründen gradezu eine Notwendigkeit, daß noch in der Kreide Vertreter der höchsten Insektenordnungen wenigstens angefangen haben, eine Rolle zu spielen, die sich später in den deutlichsten Spuren äußern sollte. Der Leser erinnert sich, was S. 142 ff. über das eigentümliche Wechselverhältnis zwischen gewissen fliegenden Insekten (wie Schmetterlingen und Immen) und zahllosen höheren Blütenpflanzen gesagt ist, — ein Wechselverhältnis, das den naschenden Schmetterling oder die sammelnde Biene unmittelbar zum Vermittler des Befruchtungsaktes bei der betreffenden Pflanze macht. Die Einzelheiten dieses Prozesses, vor allem die wundervolle Entfaltung von Lockfarben, Lockdüften und Fallen bei den Blüten zum Zweck des Anlockens und ausreichenden Festhaltens der Insekten sind aber derartig verwickelte, daß hier das Endprodukt einer sehr langen Anpassung vorliegen muß. Wie wir gesehen haben, treten die ersten eigentlichen Blütenpflanzen (Angiospermen) den neuesten Funden zufolge bereits in der untersten Kreide auf. Allerdings ist uns paläontologisch grade über die Blüten selbst am wenigsten überliefert, und aus systematischen Gründen wird es sogar ziemlich sicher, daß diese älteste Angiospermen-Flora durchweg noch jenem niedrigeren Kreis angehörte, der gleich unseren heutigen Kätzchen tragenden Laubbäumen seinen Blütenstaub dem Winde anvertraut, also der Insekten nicht bedarf

und entsprechend auch noch keine schönen Lockfarben und Düfte entwickelt. Trotzdem war mit diesen ersten Angiospermen die Basis wenigstens auch der Insektenblüte gegeben, und es spricht alles dafür, daß das merkwürdige Wechselverhältnis früh einsetzte, um dann ganz langsam bis zur Tertiär-Zeit anzusteigen, in der die Blütenpracht sich im wesentlichen unserer heutigen schon genähert zu haben scheint. Wenn es sich bestätigt, daß im obersten Jura bereits langrüsselige Schwärmer (Schmetterlinge) lebten, so war ja von der Insektenseite her ebenfalls sehr früh der nötige Ergänzungstypus zur Stelle. Gewiß wäre es ein berechtigter Wunsch, die Genesis dieses interessanten Bundes, dem unsere Landschaft so unendlichen Reiz verdankt, in den Urkunden der Paläontologie etwas genauer nachlesen zu können. Er ist uns nicht gewährt und wird es bei der Zartheit der Objekte kaum jemals werden. Aus dem heute Bestehenden heraus müssen wir das Wenige ergründen, was sich da noch retten läßt.

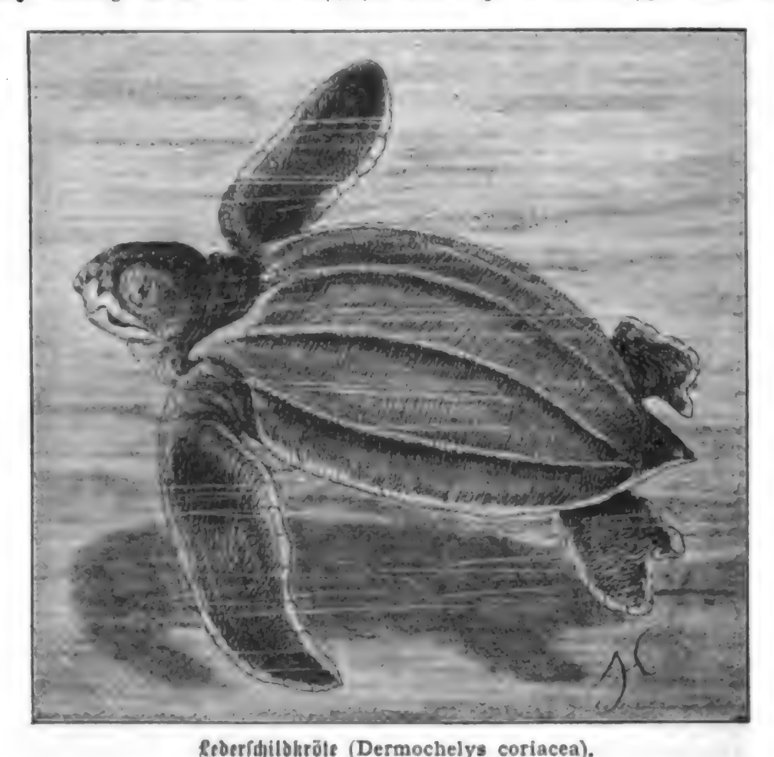
Die Kreide-Zeit gehört als Schlußakt der Sekundär-Periode noch zum eigentlichen Zeitalter der Reptilien. Das bezeichnet sofort ihr Gepräge hinsichtlich der ganzen Wirbeltier-Welt. Im Ocean vertritt noch der Ichthyosaurus den Walfisch, am Sumpfufer der Iguanodon das Nilpferd, im Urwald der Megalosaurus den Tiger, in der Luft (wenigstens an vielen Orten) der Pterodaktylus den Raubvogel und die Fledermaus. Entsprechend bleibt das Gesamtbild fremdartig, sehr viel fremdartiger als die Vegetation, vor deren grüner Folie dieses Tierleben sich bewegt. Man muß den Blick mit Absicht von den großen, zuerst fesselnden Tiertypen des Landes und Wassers fort zu den kleinen und stillen in Wald und Meer wenden, um zu gewahren, daß wir zwar noch in der Sekundär-Zeit, aber doch unmittelbar vor ihrem Schluß stehen. Es wird evident, wenn man statt den Riesenskeletten der Dinosaurier sich den Schaukästen eines Museums mit Fischen der Kreide widmet. Schichtenweise zeigt sich von unten nach oben das Anwachsen, schließlich der absolute Sieg der Teleostier, der Knochenfische, gegenüber den Schmelzschuppern (Ganoiden). Im unteren Neokom Italiens, dessen Fischfauna Costa und Bassani beschrieben haben, liegen noch ganz in der Weise der obersten Juraschichten echte Ganoiden (Lepidosteiden, Amiaden u. a.) neben Knochenfischen aus der so früh auftauchenden und so zählebigen Familie der Heringe (Clupeiden). Im oberen Neokom (z. B. bei Genf, in Istrien und in den Karpathen) mehrt sich dann rasch der Formenreichtum der Knochenfische, — zu der Ordnung der Physostomen oder Edelfische, der jene Heringe angehören, treten die Akanthopteren oder Stachelflosser, die Fischgruppe, deren typische Vertreter heute unsere Barsche sind, und Schritt für Schritt damit weichen die Ganoiden zurück. So geht es weiter, bis in der obersten Kreide endlich, in den Kalkschiefern von Sahel Alma im Libanon und den mergeligen Sandsteinen der Baumberge und der Umgegend von Sendenhorst in West-

falen, eine sehr gut erhaltene Fischfauna kommt, in der überhaupt kein Ganoidfisch mehr angetroffen wird. Die Knochenfische dagegen treten jetzt bereits in drei Ordnungen auf, als Edelfische, Stachelflosser und Pharyngognathen (zu denen z. B. unsere Lippfische gehören), wobei die Edelfische etwa dreiviertel aller Arten liefern. Die Mehrzahl der Gattungen ist heute ausgestorben, die Familien aber sind durchweg schon dieselben wie in unseren Tagen. Süßwasserfische fehlen darunter ganz. Daß die Verdrängung gewisser Fischgruppen ins Süßwasser grade damals aber schon stattfand, lehrt das endgiltige Schicksal der Ganoiden: die wenigen heute überlebenden Schmelzschupper (Stör, Knochenhecht, Kahlhecht) sind ganz oder wenigstens teilweise (indem sie wie die Störe zur Laichzeit aus dem Meer in die Flüsse hinauf gehen) Süßwasserbewohner. Offenbar war das Süßwasser (zunächst die Flußmündungen) ihr letztes Asyl bei dem Überhandnehmen der Knochenfische. Unberührt von diesem Vernichtungskampf einer alten und jungen Fischklasse blieben natürlich die in der Stärke ihrer Waffen beiden weit überlegenen, aber an Individuenzahl ebenso sehr zurücktretenden Selachier (Haie, Rochen, Seekatzen), — sie entwickelten grade um die Wende der Sekundär-Zeit ihre kolossalsten Formen, denen, wie früher erwähnt, höchstwahrscheinlich noch eine weit über den Typus selbst des höchst entwickelten Knochenfischs hinaufgestiegene Wirbeltiergruppe, die der Ichthyosaurier, damals erlegen ist.

Der Schleier, der sich schon im Jura über den Entwickelungsgang der anfangs so mächtigen, dann aber fast spurlos verschwundenen Amphibien legte, lüftet sich auch in der Kreide nicht. Die vereinzelten, nicht näher bestimmbaren und angezweifelten Reste von Schwanzlurchen aus der oberen Kreide von Nord-Amerika geben keinerlei sicheren Anhaltspunkt.

Dafür harrt unser bei den Reptilien noch ein interessantes Kapitel. Eine Menge wichtiger Formen, die der Kreide-Landschaft so viel Anziehendes geben, sind allerdings im vorigen Kapitel aus bestimmten Gründen schon vorweg genommen. Unter den kolossalen Landreptilen der Dinosauriergruppe gehören, selbst wenn man die Iguanodonten des belgischen Wälderthons noch als Grenztypen des Jura nimmt, im strengen Sinn in die Kreide neben vielen andern vor allem die dem Iguanodon nahe verwandten Schnabelsaurier (Hadrosaurus, Claosaurus, vergl. S. 474 f.) und die ganz isolierten Ochsensaurier (Triceratops S. 478 f.). In die Kreide fallen ferner ganz ausschließlich die gigantischen Flugsaurier Ornithocheirus aus England und (durch Zahnlosigkeit besonders ausgezeichnet, vergl. S. 488) Pteranodon aus Nord-Amerika, — die ebenfalls besonders großen Ichthyosaurier Ichthyosaurus campylodon (aus dem Gault von Dover, mit enorm verlängerter Schnauze), Ceramensis (von der Insel Ceram) und australis (aus Queensland), — der größte aller Plesiosauriden: Cimoliasaurus (Elasmosaurus) aus der nord-

amerikanischen Kreide mit 22 Fuß langem Schwanenhalse, — endlich von den Krokodilen die ersten süßwasserbewohnenden Alligatoren (S. 453) und die Ahnen des heutigen Gavials von Borneo (Rhynchosuchidae, S. 452). Schildkröten finden sich besonders zahlreich erhalten in der oberen Kreide Nord-Amerikas, darunter bemerkenswerterweise jetzt auch unzweideutige Fluß- und Sumpfschildkröten, z. B. Trionyx-Arten, also



Lederschildkröte (Dermochelys coriacea).
Nach der Natur gezeichnet von Anna Held.
Reste ähnlicher Lederschildkröten von kolossaler Größe (bis fast 3 m) sind aus der oberen Kreide von Verona bekannt geworden (Protosphargis veronensis).

Verwandte der heutigen 1½ m langen Dreiklauenschildkröte Trionyx ferox der nordamerikanischen Flüsse, die wegen ihrer Bissigkeit gefürchtet ist und auf Wasservögel und junge Alligatoren erfolgreiche Jagd macht. Bei Verona sind bedeutende Skelettreste einer fast 3 m langen Seeschildkröte der oberen Kreide gefunden worden, der Protosphargis veronensis. Sie gehört unzweifelhaft einer Familie an, die heute nur noch in einer Gattung und einer einzigen Art existiert, nämlich den sogenannten Lederschildkröten (Dermochelydidae). Die Familie ist offenbar uralt, Reste kommen schon in der Trias vor (vergl. S. 393). Heute beinah

ausgestorben, wird sie nur von der nebenstehend abgebildeten, mehr als 2 m langen Dermochelys coriacea vertreten, die in den meisten unserer Meere lebt, aber nur hin und wieder als grotesker Riese der Tiefe entsteigt.

Die isolierte, aber uralte und stammesgeschichtlich wichtige Reptiliengruppe der Schnabelköpfe (Rhynchocephalia, vergl. S. 343), die heute nur noch durch die seltsame Brückenechse (Hatteria) in Neu-Seeland lebend erhalten ist, hatte es bereits im Jura mit Formen wie dem zierlichen Homäosaurus von Kehlheim (lithographischer Schiefer) fast genau zu dem gegenwärtig noch existierenden Hatteria-Typus selbst gebracht. In der oberen Kreide von Nord-Amerika begegnen wir daneben gewissen zum Teil sehr großen Rhynchocephalen, die wohl einen Seitenzweig der Hauptlinie darstellen und vielleicht an den früher erwähnten Protorosaurus anknüpften: den Champsosauriden (Champsosauridae). Im untersten Tertiär von Reims, einer höchst wichtigen Fundstätte von Wirbeltierresten, auf die ich im nächsten Kapitel eingehend zurückkommen werde, blühte dieser heute erloschene Ast in dem Simädosaurus fort, der fast 2½ m lang wurde und einen gavialartigen Schädel mit langer Schnauze zeigt.

Die Schnabelköpfe stehen im äußeren Habitus den echten Eidechsen (Lacertilia) bereits so nahe, daß die neuseeländische Hatteria lange Zeit einfach mit solchen verwechselt werden konnte. Es ist auch kaum ein Zweifel, daß beide Gruppen in einem stammesgeschichtlichen Verhältnis stehen. Und zwar lehrt die Paläontologie, soweit ihre Funde maßgebend sein können (man muß ja immer mit der Lückenhaftigkeit rechnen), daß die Eidechsen ein relativ junger Sproß der Schnabelköpfe sind. Aufs engste mit diesem Sproß zusammenzuhängen scheinen zwei weitere Reptilgruppen, von denen die eine heute gänzlich erloschen ist, die andere dagegen üppig neben den Eidechsen fortblüht: die sogenannten Pythonomorphen (Pythonomorpha), ungeheure Meersaurier, die eine Art Mittelstellung zwischen Eidechse und Schlange einnahmen, und die allbekannten Schlangen (Ophidia). In Anbetracht der in allem Detail anatomisch wie paläontologisch evidenten Zusammengehörigkeit wird von namhaften Forschern das ganze Trio dieser Eidechsenverwandten als Ordnung der Lepidosauria (Schuppensaurier) zusammengefaßt, die als Ganzes dann gleichen systematischen Wert wie die Ichthyosaurier, die Dinosaurier, die Krokodile, die Schildkröten u. s. w. besitzen. Andere nehmen die Pythonomorphen als einfache Untergruppe der echten Eidechsen und zählen als zwei geschlossene Ordnungen diese und die Schlangen, — eine Gliederung, der auch in dem Stammbaum der Reptilien auf S. 387 Rechnung getragen ist. Sehr wahrscheinlich bleibt auf alle Fälle, daß in der Weise, wie es der Stammbaum dort andeutet, die Eidechsen die (direkt von den Schnabelköpfen abgezweigte) Grundgruppe darstellen, aus der sich (entweder in der Wurzel für sich wieder nahe verknüpft oder ganz divergierend) die Pythonomorphen und die Schlangen entwickelt haben.



Die indische Waran-Eidechse (Varanus oder Hydrosaurus salvator).

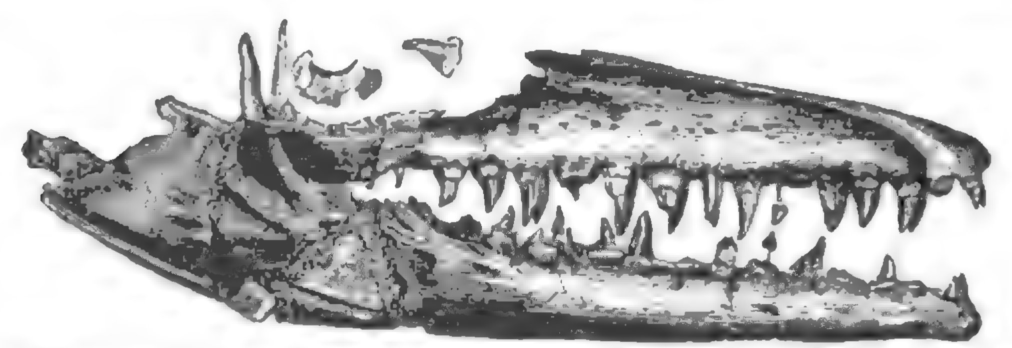
Zwei Skelette einer hierher gehörigen Art (Hydrosaurus Lesinensis) sind im Neokomschiefer (unterste Kreide) von Lesina in Dalmatien gefunden worden. Die Familie der Waran-Eidechsen muß demnach zu den ältesten bekannten Eidechsengruppen gerechnet werden.

Untersuchen wir zur Klarstellung dieser Dinge die paläontologische Überlieferung zunächst hinsichtlich der echten Eidechsen (Lacertilia), so treten uns die ersten erhaltenen Fossilreste an der Wende vom Jura zur Kreide entgegen, also ungefähr in der Gegend, die den gigantischen Iguanodon von Bernissart geliefert hat. Lassen wir den ungenügend bekannten Macellodon Owens beiseite, so führen die ersten besseren Reste sogar schon direkt in die Kreide. Sogleich zeigt sich uns da eine Eidechsenfamilie höchst sonderbarer Art, die heute nicht mehr ihresgleichen hat, in der ganzen Kreide aber (wenn auch den Funden nach nicht zahlreich) fortexistiert zu haben scheint. Es sind die Dolichosauriden (Dolichosauridae). Während die große Masse der Eidechsen nur neun Halswirbel besitzt, finden sich hier bei dem typischen Dolichosaurus aus der oberen Kreide Englands deren siebzehn. Die Körpergestalt scheint diesem langen Halse im schlangenartig gestreckten Bau entsprochen zu haben, doch sind Reste von Beinen überliefert, die an der Eidechsennatur keinen Zweifel übrig lassen. Parallel zu diesen sehr abweichenden Formen, die eine Urgruppe, der auch die Schlangen und Pythonomorphen entsprossen sein könnten, für die ältere Kreide oder den jüngeren Jura wenigstens ahnen

lassen, tauchen aber in den lichtgelben Neokomschiefern von Lesina in Dalmatien bereits zwei vorzüglich erhaltene Skelette eines echten Warans auf (Hydrosaurus Lesinensis), — also Vertreter einer Eidechsenfamilie, die heute in Afrika, Asien und Australien lebt und die Riesen unter den echten Eidechsen enthält. Unser Bild zeigt einen solchen noch existierenden Waran, den Varanus (Hydrosaurus) salvator Indicus. Der verwandte Nil-Waran wird beinah 2 m lang. Alle sind bösartige Räuber, die es fast dem Krokodil nachthun, mit dem sie auch eine scherzhafte Namensverwechslung zusammengebracht hat: das arabische Wort für Eidechse, „Waran", wurde irrtümlich als „Warn-Eidechse" (Monitor) gedeutet, woraus dann die Legende machte, die Eidechse pflege das Krokodil vor drohenden Gefahren zu „warnen". Der Kreide-Waran von Lesina beweist mit voller Deutlichkeit, daß der heutige Eidechsentypus mindestens im Neokom schon in einer Weise fertig war, daß man ihn unter die seitdem konstanten Typen rechnen darf, — ein Fund, der um so wichtiger erscheint, als ein weiterer Anhalt für dieses Kapitel der Eidechsenchronik durch Fossilreste uns nicht gegeben ist.

Dafür tritt uns in den Pythonomorphen ein Geschlecht entgegen, das, bei unverkennbaren Beziehungen zum Eidechsenstamm, ja sogar direkt zu den erwähnten Waraniden, doch entschieden einen ganz eigentümlichen Sonderweg eingeschlagen hat und gewissermaßen in den schlichten, wesentlich durch seine Dauerhaftigkeit bemerkenswerten Lacertilier-Kreis noch einmal die ganze groteske Extravaganz des Zeitalters der Schnabelsaurier und Ochsensaurier trägt. Es war im Jahre 1780, als der Garnisons-Chirurgus Hofmann in Maastricht aus dem Kreidetuff der unterirdischen Steinbrüche am Petersberge mit vieler Mühe einen riesigen, über meterlangen Schädel heraufbeförderte, der einem krokodilartigen, mächtig bezahnten Tiere anzugehören schien und alsbald großes Aufsehen machte. Der Besitzer des betreffenden Steinbruchs, ein Kanonikus Godin, legte Beschlag auf das kostbare Fundstück und erlangte schließlich auch einen Gerichtsbeschluß, der es ihm zusprach. Aber der brave Kanonikus hatte nicht mit den Unruhen der Zeit gerechnet, die keine Richtersprüche mehr anerkannte. Wenig später brach die Revolution aus, und 1795 standen die Truppen der französischen Republik vor den Thoren von Maastricht. Das Fort St. Pierre, in dessen Nähe der geistliche Herr seinen Schatz verwahrte, wurde bombardiert, und dem leicht zerbrechlichen Saurier drohte dasselbe Schicksal, das 1870 über der unersetzlichen Galerie des Jardin des Plantes zu Paris schwebte. Es erscheint als ein Zeichen der Achtung vor geistigem Gut inmitten jener wilden Tage, wenn man hört, daß der französische General selbst Befehl gab, das kostbare Objekt nach Kräften zu schonen. Im Hintergrund dieses Interesses für Paläontologie mochte allerdings auch etwas Freibeuterei für nationale Zwecke stehen. Der Kanonikus selber traute der Sache offenbar

nicht recht und versteckte seinen Saurier bei Nacht in der Stadt. Inzwischen erfolgte die Übergabe. Ob der Schädel zu den ausbedungenen Friedenspfändern gehörte, ist nicht überliefert, — jedenfalls begann jetzt eine wirkliche Jagd auf ihn. Es wurde öffentlich ein Preis von 600 Flaschen Wein für den glücklichen Finder ausgesetzt, und schon am nächsten Morgen hatte dieses Radikalmittel den Erfolg, daß zwölf Grenadiere die Platte anschleppten. Sie wanderte — zur Betrübnis des erst spät entschädigten Kanonikus — nach Paris, was allerdings der Wissenschaft insofern zu hohem Nutzen gereichte, als sie hier in der Sammlung des Jardin des Plantes unter Cuviers sachkundige Hand kam. Er veranlaßte die Herstellung eines Gipsmodells, das in der Folge in viele auswärtige Museen übergegangen ist und den Ruf des Tieres von Maastricht noch viel intensiver verbreitet hat, als es die gleichzeitig ausgearbeitete meisterhafte Beschreibung Cuviers

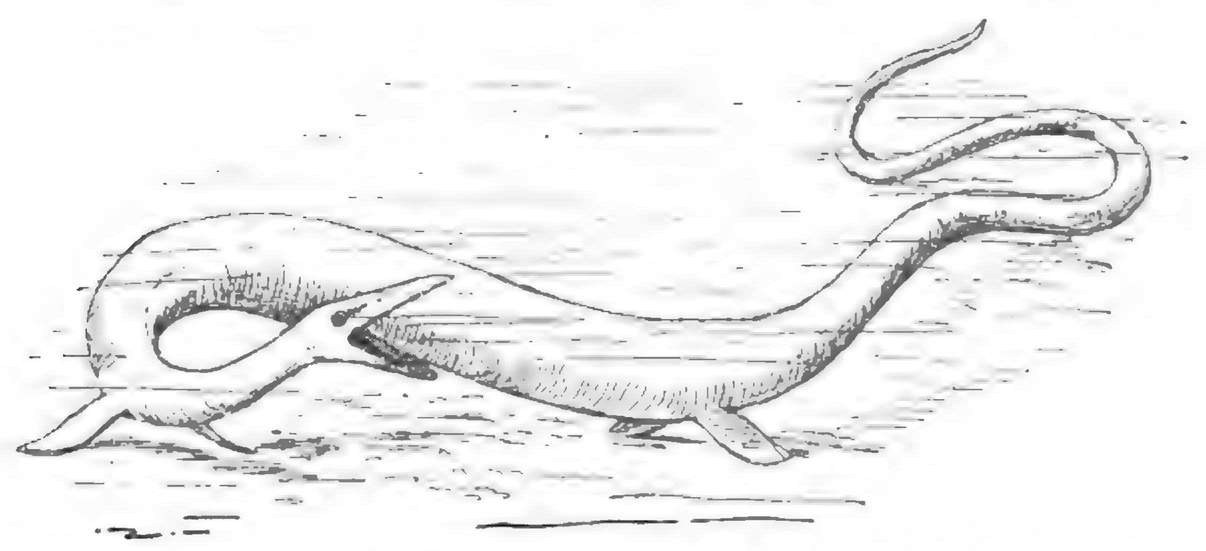


Der Schädel des riesigen Maas-Sauriers (Mosasaurus Camperi) aus der obersten Kreide von Maastricht.
(Im Brüsseler Museum. 1/12 der natürl. Größe. Nach Dollo.)

vermochte. Als Name war inzwischen von Conybeare das Wort Mosasaurus (Maas-Saurier) vorgeschlagen worden. Cuvier zeigte, daß es sich um ein Reptil handle, dem im Schädelbau von allen bekannten unzweifelhaft die Waran-Eidechse am nächsten käme.

Was der scharfe Blick des großen Anatomen dabei allerdings nicht raten konnte, war die erst viel später klargestellte Thatsache, daß zu diesem Eidechsen-Kopf von Maastricht im Leben ein Körper gehört hatte, der durch seine extravagante Streckung äußerlich viel eher an eine Schlange erinnern mußte und durch eigentümliche Flossenfüße vollends weder bei lebenden Eidechsen noch Schlangen einen Vergleichungspunkt fand. Diese Dinge wurden erst nachmals deutlich, als von Fund zu Fund sich herausstellte, daß ähnliche Mosasauriden in der oberen Kreide weit verbreitet waren und nicht nur im damaligen belgischen Meer, sondern vor allem auch dem nordamerikanischen Kreide-Ocean ihre meist ungeheuer großen Leiber dahingeschlängelt hatten. Einen zweiten prachtvollen Schädel des echten Mosasaurus brachte der Prinz Max von Wied aus der oberen Kreide von Fort St. Pierre in Missouri (Nord-Amerika) mit, der mit der übrigen

schönen Sammlung dieses glückbegünstigten Reisenden jetzt im Museum des Poppelsdorfer Schlosses zu Bonn steht. Aus dem Hennegau (also wieder einer belgischen Fundstätte) kam ein ganzes Skelett von 13 m Länge nach Brüssel, für das die eng verwandte Gattung Hainosaurus errichtet wurde. In England stellte Owen eine Gattung Liodon fest. Bereits für diese aber traten jetzt ergänzend die neueren, unerwartet erfolgreichen Entdeckungen der amerikanischen Gelehrten (besonders Cope) in New-Jersey und vor allem im Herzen der Union, in Kansas, in den Vordergrund. Während der alte Pariser Mosasaurus Camperi auf ein Tier von etwas über 7 m Länge schließen ließ, kamen jetzt erst die wahren Kolosse zu Tage



Der Mosasaurus, ein ungeheuer langgestrecktes Reptil der Kreide-Zeit, das in seiner Gestalt an die fabelhafte Seeschlange erinnert.

Die Länge des Schädels beträgt bei Exemplaren, die am Petersberg zu Maastricht gefunden wurden, 1,20 m, die Totallänge des Tieres $7^1/_2$ m; der eng verwandte Hainosaurus, dessen Skelett im Brüsseler Museum steht, wurde $13^1/_2$ m lang, das amerikanische Liodon gar an 100 Fuß. (Die Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit.)

(Tylosaurus, Clidastes u. a.), die auf rund dreißig Meter geschätzt werden, also unsern Walfisch weit überflügeln und dem Atlantosaurus (S. 455) als der größten aller Landformen im Wirbeltierreich die größte Wasserform entgegensetzen, die je existiert hat. Natürlich sind deshalb nicht notwendig alle amerikanischen Formen so riesig, es kommen in der Masse der Reste auch sehr viel kleinere vor. Diese Masse ist eine enorme und beinah noch mehr in Verwunderung setzend als die Größe einzelner Individuen. In jenem schon öfter erwähnten, mit amerikanischer Splendidität zusammengebrachten Prachtmuseum von New-Haven befinden sich die Reste von ungefähr vierzehnhundert Exemplaren aus den verschiedensten Arten der Pythonomorphen. Und man begreift, wie das Ausschachten solcher Katakomben möglich wurde, wenn man sich von Marsh, dem Direktor des Museums, erzählen läßt, daß er auf einer seiner paläontologischen Pionierfahrten durch das gelobte Land mit den Ablagerungen des

nordamerikanischen Kreidemeeres eine Schlucht durchreitend gleichzeitig nicht weniger als sieben dieser durch Verwitterung offen zu Tage gebrachten Saurierskelette zu Gesicht bekam.

Der Name Pythonomorpha, den man der ganzen Gruppe gegeben hat, bedeutet so viel wie die „Python-ähnlichen“ (Python: Riesenschlange, specieller im Sprachgebrauch der heutigen Systematik Riesenschlange der alten Welt im Gegensatz zu der amerikanischen Boa). In der That geben der langgestreckte Kopf, die stets aus mehr als 100 Wirbeln bestehende Wirbelsäule mit ihrem meist enorm langen Schwanze und die im Verhältnis zu diesem schier endlosen Körper verschwindend kleinen Beine dem Gesamtbilde etwas entschieden Schlangenähnliches. Indessen sind vier Beine vorhanden und das ändert trotz allem den Sachverhalt. Sie bedingen wieder die Existenz eines regelrechten Brustgürtels und eines Beckengürtels im Skelett, von denen der letztere schwächer ist als der erstere, da die Vordergliedmaßen stärker entwickelt sind als die hinteren. Ein Blick auf diese Gliedmaßen, wie sie Cope und Marsh zum erstenmal vollkommen zusammengestellt haben, genügt, um einen dem beständigen Wasserleben angepaßten Ruderfuß erkennen zu lassen, der aber trotz seiner Flossenform durchaus nicht in das Extrem etwa der Ichthyosaurusschaufel verfällt, sondern sich als modifizierter Eidechsenfuß zu erkennen giebt. Die Bezahnung auf den Kiefern und (was auch bei Eidechsen und Schlangen vorkommt) dem Gaumen ist eine sehr ansehnliche, die gefräßige Räuber erwarten läßt. Ob die Haut in der Regel einfach beschuppt war, ist nicht nachzuweisen, bei einigen Skeletten hat Marsh Knochenschilder gefunden, die irgendwie als Hautbedeckung eine Rolle gespielt haben müssen. Stellt man sich eine der riesigen Arten in ihrem Element vor, so kommt man jedenfalls auf ein Bild, wie es etwa für die fabelhafte große Seeschlange in den problematischen Erzählungen unserer Schiffer ausgemalt wird. Wer Lust hat, auf Grund irgend eines der weniger unkritisch ausschauenden Berichte über diese vielbesprochene Seeschlange die wirkliche Existenz eines enorm langgestreckten Reptils in unsern heutigen Meeren wenigstens noch für diskussionsfähig zu halten, der dürfte am ehesten auf das Fortleben irgend einer dieser Pythonomorphen-Arten raten. Daß rein zoologisch eine Wahrscheinlichkeit vorläge, kann ihm aber leider nicht zugestanden werden. Aus der ganzen Tertiär-Zeit, die zwischen jener Kreide-Epoche und unserer Gegenwart liegt und so zahlreiche Tierreste hinterlassen hat, ist keine Spur jemals mehr von einem Mosasaurier-Knochen nachgewiesen worden, so daß es sehr wahrscheinlich wird, daß diese schlangenartigen Kolosse schon damals ausgestorben waren gleich den Fischsauriern, Flugsauriern und Lindwürmern, die ebenfalls die Kreide nicht überleben sollten. Wie den Fischsauriern, so haben auch ihnen wohl die besonders großen Haie den Garaus gemacht, die um die Wende zum Tertiär sich einstellten. Einen zweiten Versuch, in

so großem Stil und mit solchen Dimensionen das Meer zu erobern, haben dann, soweit unsere Kenntnisse reichen, die eidechsenähnlichen Reptile nicht mehr vollbracht.

Schwerlich wird sich auch die immerhin weniger kühne Vermutung belegen lassen, daß die Pythonomorphen stammesgeschichtlich überhaupt die Ahnen der Schlangen von heute seien. Die Schlangen (Ophidia) treten mit einem einzigen Fossilrest (im französischen Cenoman) in der Kreide auf, aus dem aber keinerlei Schlüsse zu ziehen sind. Im frühesten Abschnitt des Tertiär (Eocän) liefern dann England und Nord-Amerika bereits Riesenschlangen der Python- und Boa-Familie. Daß sie auf dem Umwege über so scharf spezialisierte Formen wie die Mosasauriden aus den Eidechsen sich entwickelt haben sollten, wird durch dieses noch ganz oder nahezu gleichzeitige Erscheinen mit jenen überaus unwahrscheinlich, — selbst wenn man annehmen will, daß unter den eocänen Riesenschlangen meerbewohnende Formen gewesen sein könnten.

Unsere Wanderung durch die Reptilien-Welt der Kreide ist zu Ende. Aber wir dürfen an dem Ort, den wir mit zuletzt berührt haben, noch verweilen, um ein weiteres höchst eigenartiges Kapitel aus dem Tierleben der Zeit zu studieren. Es tauchte das Bild uns auf endloser Meeresflächen (zumal über großen Teilen des heutigen Nord-Amerika), die das Geschlecht der schlangenähnlichen Mosasauriden in ungezählter Menge durchfurchte. Würden einen Seefahrer jener Tage diese hundert Fuß langen Ungestalten schon genug erschreckt oder, bei genügender Sicherheit, als staunenswerte Leistungen einer üppigen Natur ergötzt haben, so hätte sich ihm bald jedenfalls ein zweites und nicht minder fesselndes Schauspiel am gleichen Ort dargeboten. Das offene Kreidemeer von Kansas war belebt von Vögeln der merkwürdigsten Art.

Der Leser ist im vorigen Kapitel mit dem Reptilvogel von Solenhofen (Archaeopteryx) bekannt geworden. Wir sahen ein Tier, das bereits die ausgesprochensten Merkmale eines Vogels besaß, mit echten Federn bedeckt war und mit Hilfe seiner zu Flügeln gestalteten Vorderbeine fliegen konnte. Zu diesen Vogelmerkmalen gesellten sich aber einige ebenso unverkennbare Charakterzüge des Reptils. Es blieb nichts anderes übrig, als eine sehr frühe Stufe des Stammes der Vögel anzunehmen und diesen Stamm als einen ursprünglichen Sproß der Reptilien zu fassen, was bei den niedrigsten Formen noch in Gestalt des deutlichen Besitzes gewisser Reptileigenschaften hervortreten mußte. Im allgemeinen ist uns aber auch klar geworden, daß Archäopteryx bereits den Vögeln näher stand als den Reptilien. Während sich vorläufig nicht mit Sicherheit beurteilen ließ, aus welcher engeren Gruppe der Reptilien Archäopteryx selbst hervorgegangen sein soll, schienen gewisse Merkmale beim Embryo der heutigen Vögel (z. B. bezahnte Kiefern, vermehrte Zahl der Schwanzwirbel) einen unzweideutigen Beleg dafür zu

bieten, daß die lebenden Vögel aus Archäopteryx (oder wenigstens aus in charakteristischen Punkten ähnlichen Formen) thatsächlich hervorgegangen seien. An dieser letzteren Stelle nun müssen wir bei Gelegenheit der Kreide-Formation den Faden nochmals aufnehmen, da uns im Rahmen dieser Erdepoche höchst interessante Ergänzungsthatsachen entgegentreten.

Der Versuch, vom Solenhofener Reptilvogel eine Brücke zu den heute existierenden Vögeln rein theoretisch zu schlagen, muß als erster Basis vom System der heutigen Vögel ausgehen. Es gilt, im engeren festzustellen, ob gewisse Ordnungen der Vögel etwa dem Urvogel noch näher stehen als andere, — etwa so wie die Schnabeltiere und die Beuteltiere bei den Säugern den amphibien- oder reptilienähnlichen Ursäugern entschieden weit näher kommen als der ganze heute lebende Rest. Das Unglück will dabei allerdings, daß im Moment grade die Systematik der Vögel sich selbst in einem wissenschaftlichen Übergangsstadium befindet, das nur mit höchster Reserve vorgehen läßt. Mustert man eine Anzahl Vögel aus den schon dem Laien äußerlich leicht unterscheidbaren Haupttypen hinsichtlich ihres Skelettbaues, so ergiebt sich, daß diese Wirbeltierklasse wenigstens in ihren lebenden Vertretern auffallend einheitlich gebaut ist. Nur grade zwei Hauptgruppen lassen sich scharf voneinander lösen: die sogenannten Ratiten und Carinaten. Die Namen knüpfen an bei der Gestalt des Brustbeins. Jeder Freund ornithologischer Tafelgenüsse muß die charakteristische Form des Brustbeins ausnahmslos sämtlicher in unsern Küchen verwerteter Vögel kennen, die zu der Bezeichnung Carinaten (Carinatae, von dem Worte Carina, der Kiel, abgeleitet) geführt hat: auf der Mitte des mehr oder minder soliden Brustbeinknochens erhebt sich eine hohe, senkrechte Platte, der Kiel oder Kamm. Dieser Kiel steht als Ansatzstelle der Brustmuskeln in unmittelbarstem Zusammenhang mit der Benutzung der Vordergliedmaßen als Flügel. Da alle bei uns gewohnheitsmäßig zu Nahrungszwecken benutzten Vögel noch zu den echten Fliegern gehören (wenn auch natürlich schon ein sichtbarer Unterschied etwa zwischen einer Lerche und einem Huhn hinsichtlich dieser Fähigkeit besteht), so besitzen sie auch alle das gekielte Brustbein, gehören also zu den Carinaten. Würde uns aber einmal ausnahmsweise ein Strauß oder einer jener seltsamen Nachtvögel Neu-Seelands, ein Kiwi (Apteryx), serviert, so fänden wir beim Zerlegen entsprechend der absoluten Flugunfähigkeit dieser Vögel ein vollkommen kielloses Brustbein, das, wenn die Vergleiche denn einmal vom Schiff hergenommen werden sollen, höchstens mit einem kiellosen Floß (lateinisch ratis) in Einklang zu bringen wäre, — daher der Name Ratiten (Ratitae). Die Ratiten bilden eine sehr kleine Gruppe gegenüber den Carinaten, kein einziger Vogel unserer Zone gehört dazu. In Afrika ist ihr Vertreter der allbekannte große Strauß (Struthio camelus), der die Straußfedern unserer Damenhüte liefert, in der austro-malayischen und der australischen Region

die verschiedenen Arten des Kasuar (Casuarius) und der streng neuholländische Emu (Dromaeus), auf Neu-Seeland die Kiwis (Apteryx), in Süd-Amerika die Nandus (Rhea). Mehrere gewaltig große Formen (Dinornis und Palapteryx auf Neu-Seeland, Aepyornis auf Madagaskar) sind erst in jüngster Zeit (wahrscheinlich schon durch den Menschen) ausgerottet worden, so daß sie gradezu noch unter die recenten (d. h. in die Gegenwart reichenden) Ratiten gerechnet werden dürfen, deren Zahl auch damit aber immerhin noch winzig bleibt gegenüber den vielen Tausenden beschwingter Carinaten. Welche Rolle spielen nun diese paar versprengten flugunfähigen Ratiten im Stammbaum der Vögel?

Wer das Bild jener großen, aufrecht trabenden Reptile der Jura- und Kreide-Zeit vom Typus des Iguanodon von Bernissart im Kopfe mitbringt und allgemein an den Zusammenhang zwischen Vogel und Reptil denkt, der wird sich beim Anblick eines Straußes gewiß des Eindrucks schwer erwehren können, daß von allen lebenden Vögeln ein solcher Ratiten-Vogel den altertümlichsten Eindruck mache, — einen Eindruck, vor dem man gern anknüpfen möchte an die Landschaft der Sekundär-Zeit mit ihrer fremdartigen Lebewelt haushoher, auf den Hinterbeinen watschelnder oder hüpfender Dinosaurier. Es kann auch schlechterdings nicht geleugnet werden, daß (abgesehen vom Brustbein, das eben mit der Flugunfähigkeit und damit dem ganzen Habitus untrennbar verknüpft ist) gewisse Eigenschaften der Straußvögel (wie man die Ratiten deutsch kurz bezeichnen mag) direkt altertümliche Formen aufweisen. Hier kommt besonders die Art der Befiederung in Betracht. Ein flüchtiger Blick auf jeden beliebigen Flugvogel (Carinaten) unserer Zone zeigt, daß er zweierlei Federn besitzt: derbe Deck- oder Konturfedern mit eng verbundenen Fahnenstrahlen am steifen Kiel (hierher gehören vor allem auch die großen Schwungfedern der Flügel und die Steuerfedern des Schwanzes) — und kleinere, weiche Flaumfedern mit wenig zusammenhängenden Fahnenstrahlen an schlaffem Schaft. Von diesen beiden Federarten macht die Konturfeder den höheren, entwickelteren Eindruck. Die Flaumfeder erscheint lediglich als geringe Fortentwickelung der ganz primitiven Dunenfeder oder Embryonaldune, die das Vögelchen bekleidet, wenn es dem Ei entschlüpft und die nach dem biogenetischen Grundgesetz sehr wohl einen Anklang an das urälteste, eben aus den Reptilschuppen hervorgegangene Federkleid der Vogelahnen bieten könnte. Die Straußvögel zeigen nun zeitlebens durchaus nur Flaumfedern ohne jede Spur von Konturfedern, was ihnen an sich jedenfalls ein unvollkommeneres, älteres Ansehen giebt. Die Frage darf also aufgeworfen werden, ob nicht die Ratiten Reste einer zeitlich den Carinaten voraufgehenden Vogelgruppe darstellen, ja ob nicht die Carinaten sich am Ende gar erst aus den Ratiten entwickelt haben. Betrachten wir, an diesem Punkt angelangt, die paläontologischen Urkunden, so zeigen sich höchst bedeutsame Thatsachen

Zunächst ist ziemlich zweifellos, daß der älteste uns vorliegende Vogelrest, Archäopteryx, den Carinaten-Typus zeigt. Die unzweideutig erhaltenen Federn beider Exemplare sind wesentlich nur Konturfedern (vergl. S. 502); über die Existenz von Flaumfedern dicht auf dem Leibe streitet man sich noch, obwohl glaubhafte Gründe auch für ihre Existenz angeführt werden können. Daß mit diesem echten Fliegerkleid auch ein gekieltes Brustbein verbunden gewesen sei, ist so gut wie selbstverständlich, wenn auch dieses Brustbein leider in beiden Fällen zerstört oder durch den Stein verdeckt ist. „Ich würde keinen Augenblick zweifeln," sagt Dames „anzunehmen, daß, falls man an Archäopteryx ein anscheinend kielloses Sternum (Brustbein) auffinden sollte, die Carina (Kiel) nicht verknöcherte, sondern nur als Knorpel vorhanden gewesen und deshalb nicht erkennbar ist, ehe ich an ihr völliges Nichtvorhandensein glauben könnte."

Damit sind wir sogleich vor eine Alternative gestellt. Entweder die Entwickelung der Ratiten zu Carinaten hat schon in der Zeit vor Archäopteryx, also mindestens dem mittleren oder unteren Jura stattgefunden, oder die Ratiten sind gar nicht älter als die Carinaten, sie sind entweder von Beginn an parallel zu diesen entstanden oder gar erst durch Verkümmerung der Flügel und Verlust der Konturfedern aus diesen hervorgegangen. Daß bei echten Carinaten infolge von dauerndem Nichtgebrauch die Flugfähigkeit vollkommen verloren gehen kann, ist eine feststehende Thatsache, — ein eklatanter Beweis ist z. B. der große Dronte-Vogel (Didus ineptus) der Insel Mauritius, der bei der Entdeckung dieser Insel massenhaft von den Matrosen mit den Händen gefangen werden konnte und grade deshalb so sehr bald vollkommen ausgerottet worden ist. Es wäre also denkbar, daß die Verkümmerung der Flügel bei den Straußvögeln erst nachmals erworben sei, die Ratiten somit herabgekommene Sprößlinge erst der eigentlichen Flugvögel darstellten. Diese Ansicht ist in neuerer Zeit insbesondere von Max Fürbringer, einem der kenntnisreichsten Anatomen und Systematiker der Gegenwart, vertreten worden. Er geht so weit, daß er die Ratiten überhaupt nicht als geschlossene Ordnung ansieht. Sie bilden nach seiner Ansicht „keine natürliche Abteilung, sondern eine mehr oder minder künstliche Versammlung von ursprünglich heterogenen Vögeln, welche in alter Vorzeit, die einen früher, die andern später, aus primitiven und noch unbekannten Flugvögeln (Carinaten) unter Reduktion der Flugfähigkeit derselben hervorgegangen sind und in der Hauptsache nur durch eine Reihe von Isomorphien zusammengehalten werden". Man müßte sich als eine regelmäßige Begleiterscheinung dieser an verschiedenen Orten parallel erworbenen Verkümmerung des Flugapparates auch ein nachträgliches Wiederverschwinden der Konturfedern denken, so daß auch dieses scheinbar altertümliche Merkmal der Straußvögel schließlich bloß auf eine Täuschung hinausliefe, — einen Irrtum ähnlich dem, der in

dem Walfisch unter den Säugern einen uralten, den fischartigen Säugetierahnen noch nahestehenden Typus zu sehen glaubte, wo doch in Wahrheit dieser Walfisch aller Wahrscheinlichkeit nach bloß eine relativ sehr späte Rückanpassung vierfüßiger, landbewohnender Säuger an das Leben im Wasser darstellt. Vollkommen ihres altertümlichen Charakters entkleidet zu werden brauchten ja die Ratiten auch in Fürbringers Auffassung nicht, da er die Abzweigung ihrer heutigen Vertreter von verschiedenen Carinatengruppen in relativ sehr frühe Zeiten verlegt und nichts im Wege steht, anzunehmen, daß grade diese isolierten, von der Hauptentwickelung fortan getrennten Anpassungsformen gewisse voreinst den Vögeln überhaupt noch eigene altertümliche Merkmale am zähesten bewahrt haben. Jene weite Zurückdatierung — wie man sich nun sonst zu der Hypothese stellen mag — wird auf alle Fälle zur Pflicht gemacht durch die paläontologischen Entdeckungen über die Vögel der Kreide-Zeit. Wenn Archäopteryx aus dem Jura ein echter Carinate ist, so sind uns aus der Kreide ebenso unanzweifelbar nebeneinander bereits Ratiten und Carinaten überliefert, und zwar beide in Formen, die deutlich beweisen, daß damals der Vogelstamm im ganzen durchaus noch nicht die Höhe der heutigen Organisation erreicht hatte, sondern so unvollkommenen Typen wie eben Archäopteryx noch ein gut Stück näher stand. Sehr möglich ist, daß wir jeden Tag schon zu Archäopteryx selbst irgend eine Parallelform finden können, die einen Reptilvogel seiner Art, aber hinsichtlich des Fliegens nach dem Ratitentypus gebaut, darstellt, — womit die Abirrung zum flugunfähigen Vogel also noch um eine ganze Epoche sich zurückdatierte. Marsh glaubte sogar einen solchen Ratitenrest des Jura in einem Schädelfragment des oberen Jura von Wyoming in Nord-Amerika, das er Laopteryx getauft hat, bereits gefunden zu haben, von andern wird der problematische Rest indessen einem Reptil zugeschrieben, so daß er vorläufig keine Beweiskraft hat. Sehen wir uns jetzt, nachdem allgemein gekennzeichnet ist, in was für theoretische Erörterungen sie eingreifen, jene merkwürdigen Vögel der Kreide genauer an.

Der Urvogel Archäopteryx von Solenhofen war volle zehn Jahre bekannt, ohne daß sich ein zweiter Vogelrest aus der ganzen ungeheuer langen Sekundär-Periode gefunden hätte. Das war um so auffälliger, als der Abdruck des lithographischen Steins aus dem oberen Jura stammte, — auf diesen aber noch die ganze, an Versteinerungen so reiche Kreide-Formation folgt, in der man doch füglich irgend welche Spur der Fortexistenz der Vögel hätte erwarten dürfen. Da endlich, in dem ereignisschweren Winter des Jahres 70, brachte Marsh aus der mittleren Kreide von Kansas in Nord-Amerika zugleich mit den Resten jener grotesken zahnlosen Flugsaurier Pteranodon die ersten Knochen echter Kreidevögel zu Tage. Die Fundstätten waren überaus ergiebig, — von einer Vogelgattung kamen

nach und nach gegen 50, von einer zweiten gar 77 Exemplare zu Tage. Die Skelette wanderten ins Museum zu New-Haven, und als Resultat umfassender, abermals zehnjähriger Detailstudien erschien 1880 Marsh' große Monographie der amerikanischen Zahnvögel, von allen Werken des berühmten Paläontologen sein bedeutendstes, das auch am

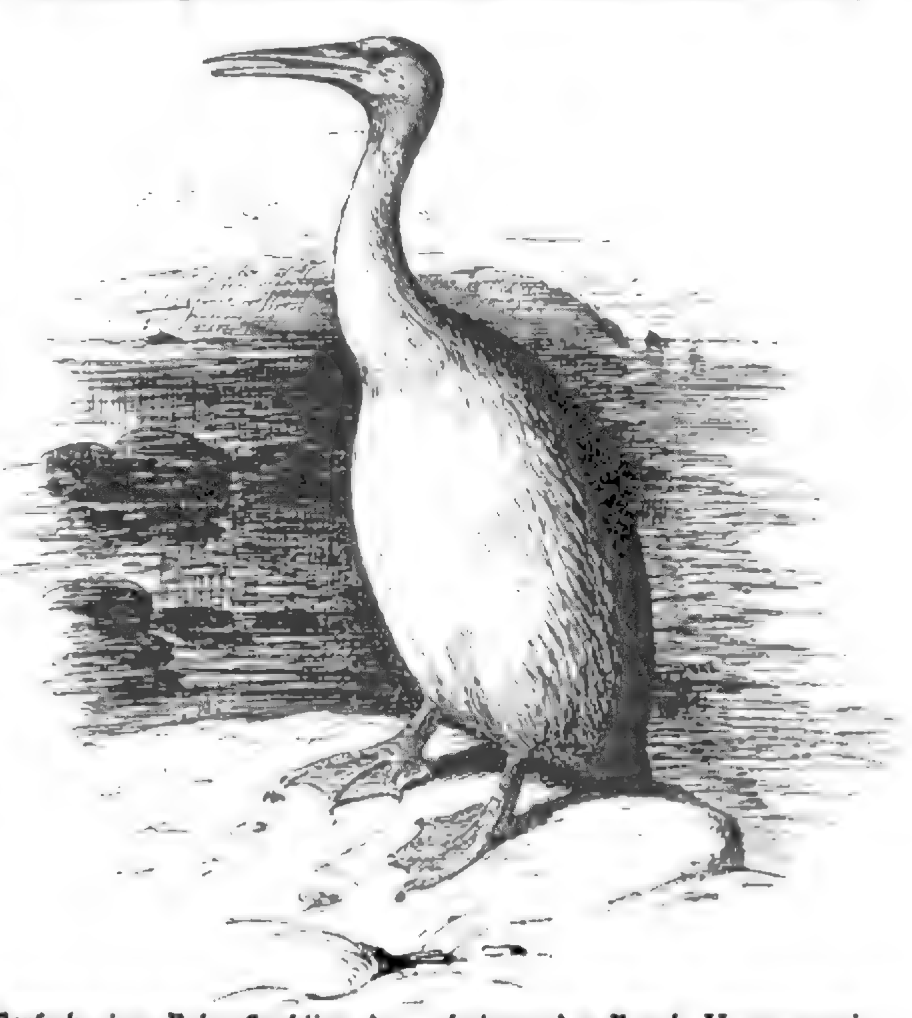


Ein zahntragender Vogel der Kreide-Zeit: Hesperornis regalis aus der mittleren Kreide von Kansas in Nord-Amerika (restauriert in $^1/_8$ der natürl. Größe nach Marsh). Hesperornis war ein Vogel mit verkümmerten, zum Fliegen ungeeigneten Flügeln gleich dem Strauß, lebte aber auf dem Wasser. Im Oberkiefer sitzen jederseits 14, im Unterkiefer 33 Zähne in einer Rinne.

weitesten bekannt geworden. So vielfach auch die systematischen Spekulationen, die in ihm niedergelegt sind, der bessernden Kritik verfallen mußten: es war rein dem neu gebotenen Material nach eines der Bücher, wie sie nur einmal geschrieben werden können und für alle Zeit ihren monumentalen Wert behalten.

Zahntragende Vögel! Mit diesem Wort war das im ersten Moment Verblüffendste ausgedrückt, was diese Kreide-Vögel von Kansas kennzeichnete.

Das Berliner Exemplar des Archäopteryx mit dem vollkommen erhaltenen Kopf war damals noch nicht gefunden, und man wußte nicht, daß schon dieser Jura-Vogel Zähne in den Kiefern getragen habe wie eine Eidechse. Die Kreide-Vögel zeigten sie dagegen unverkennbar, und das neue Merkmal schien eine so fundamentale Trennung von allen heute lebenden Vögeln anzudeuten, daß Marsh keinen Anstand nahm, eine neue Unterklasse der Vögel darauf zu bauen: die Zahnvögel (Aves dentatae oder Odontornithes). Marsh' eigene Detailschilderung ließ aber von Beginn an keinerlei Zweifel darüber, daß unter den gemeinsamen Hut hier mindestens zwei unter sich wieder fundamental verschiedene Gruppen gebracht waren. Die erste Gruppe vertrat als typische Gattung der „Vogel des Westens“ (Hesperornis), als Art der „königliche“ (regalis) getauft. Hesperornis war dem Skelett nach ein



Versuch einer Rekonstruktion des zahntragenden Vogels Hesperornis regalis aus der Kreide-Zeit.
(Nach Hutchinson und Smit.) Vergl. das gegenüberstehende Skelett.

Ratiten-Vogel. Das Brustbein hat die typisch kiellose Floß-Form (rates). Die Vordergliedmaßen sind nicht nur dem Straußvogel entsprechend flugunfähig, sondern sie sind überhaupt beinah verschwunden. Ein einziger langer und dünner Knochen vertritt den Oberarm; Unterarm und Hand mit ihrer grade für den Vogel sonst so charakteristischen Ausbildung fehlen vollständig. Überblickt man das Gesamtskelett, so ist keine Frage, daß ein weiter Fortschritt über Archäopteryx weg gemacht ist, — so weit, daß von einem Reptil-Vogel nicht mehr wohl die Rede sein kann. Die Wirbel zeigen im Gegensatz zu der Sanduhrform bei Archäopteryx bereits

die sattelförmige Wölbung der Gelenkflächen, wie sie den lebenden Ratiten wie Carinaten entspricht. Die Zahl der Schwanzwirbel ist zwar noch eine sehr hohe (zwölf), aber sie reicht doch in keiner Weise mehr an die ganz abnormen Maße bei Archäopteryx. In anderer Hinsicht allerdings ist dieser Schwanz des Hesperornis merkwürdig genug. Durch seine seitlichen Fortsätze ungewöhnlich breit gemacht, am Ende aber ohne den pflugscharartigen Knochen des Carinatenschwanzes (vergl. S. 496), muß er etwa an den Schwanz des Bibers unter den Säugern erinnert haben. Der Biberschwanz stellt eine Anpassung an ein Schwimmerleben im Wasser dar. Und so deutet auch der Schwanz des Hesperornis auf etwas, das auch das ganze übrige Skelett deutlich genug bestätigt: wir haben es mit einem Schwimmvogel zu thun, einem Ratiten des Wassers, — wie Marsh sich ausdrückt: einem wasserbewohnenden Strauß. Entsprechend sind die Hinterbeine als kräftige Ruderfüße entwickelt, mit sehr langem Unterschenkel und dem kurzen, stämmigen Lauf unserer lebenden Tauch- und Schwimmvögel. Zum Tauchen geeignet scheint nicht minder der lange, siebzehnwirbelige Hals.

Gewiß ist die Vorstellung eines Straußen oder Kasuars, der im Wasser rudert und taucht, uns heute eine überaus fremdartige. Es entsteht ein Mischbild, das im Skelett deutlich genug ausgeprägt ist: die Ratiten-Merkmale, bei denen man an den Strauß erinnert wird, vermengen sich im Detail unentwirrbar mit solchen eines heute noch existierenden Tauchvogels aus der Verwandtschaft der Alken und Pinguine, des prächtigen nordischen Eistauchers (Colymbus glacialis). Immerhin würde man einen solchen Typus heute noch begreifen können, indem man ihn in Analogie brächte etwa mit einer so abnormen Zwittergestalt wie dem Vogel Dronte von Mauritius, der im System seit seinem Bekanntwerden unablässig hin und her geworfen worden und bald als Taube, bald als Straußvogel, bald als Vertreter einer besonderen Ordnung beschrieben worden ist. Aus allem lebendig Bekannten heraus aber rückt der Hesperornis, wenn wir den Kopf betrachten, der auf jenem langen Taucherhalse sitzt. Der lange und spitze Schädel, der schon durch die deutliche Trennung der Kopfknochen durch Nähte und die winzige Gehirnhöhle etwas Besonderes, Altertümliches bekommt, zeigt in den Kiefern oben wie unten deutliche Zähne. Nur der vorderste Teil der oberen Schnauze (Zwischenkiefer) war zahnlos und stellte einen „Schnabel“ dar etwa in der Weise, wie wir Schnäbel bei den Iguanodonten gesehen haben. Im eigentlichen Oberkiefer dagegen und im ganzen Unterkiefer saßen zahlreiche echte Zähne, oben im ganzen 28, unten 66. Die verdickten Wurzeln dieser Zähne steckten nicht in besonderen Zahnhöhlen, sondern in einer gemeinsamen, allerdings durch Vorsprünge etwas gegliederter Rinne, ein Verhältnis, das tief unten im Reptilstamme beim Ichthyosaurus wiederkehrt. Sehr wahrscheinlich ist, daß dort wie hier die Auflösung der sonst bei bezahnten Tieren üblichen Einzelzahnhöhlen in eine offene Rinne

den ersten Anlauf zu vollkommenem Verlust der Zähne bedeutet, wie wir denn bei Ichthyosaurus ja später wirklich absolut zahnlose Formen (Baptanodon) auftauchen sahen und ebenso die heutigen Vögel ohne Zahnwehr erblicken. Unter den sichtbaren Zähnen des Hesperornis saßen, gradezu in die Wurzel hineingewachsen, noch Ersatzzähne, — ebenfalls eine Bildung, die bei meerbewohnenden Reptilen der gleichen Formation, wie dem oben geschilderten Mosasaurus, sich findet. Zu der Lebensweise eines meerbewohnenden Tauchvogels passen die Zähne jedenfalls ausgezeichnet. Hesperornis war ein großer Geselle, viel größer als unser lebender Eistaucher: das Skelett mißt von der Schnabelspitze bis zum Zehenende gegen 2 m, was bei gewöhnlicher aufrechter Stellung nach Art unserer Alken, wie sie auch unser Bild S. 583 zur Anschauung bringt, etwa 1 m Höhe ergiebt. Über das Flügelkleid ist leider nicht das Geringste bekannt, da die Kreide von Kansas nicht die Feinheit des lithographischen Schiefers besitzt, der uns die Federn des Archäopteryx so tadellos konservieren konnte. Gern möchte man wissen, ob das Gefieder aus weichem Ratiten-Flaum bestand, oder ob es, abgesehen von den sicher fehlenden Schwung- und Schwanzfedern, sonst im wesentlichen dem Kleide der heutigen Eistaucher oder Alken entsprach, — oder endlich, was schließlich bei der rein marinen Lebensweise das Allerwahrscheinlichste ist, ob es jene gleichmäßige, schuppenartige Verbildung der Einzelfedern zeigte, die unsere Pinguine auszeichnet. Die S. 583 dargebotene Rekonstruktion muß vor diesen offenen Möglichkeiten hinsichtlich der Befiederung natürlich nicht allzu kritisch aufgefaßt werden, — sie hat übrigens eine deutliche Stellungnahme geschickt vermieden. Von den Pinguinen unterschied sich der Hesperornis im äußern Bilde wahrscheinlich besonders dadurch, daß (obwohl beide vollkommen flugunfähig sind) bei ihm die Vordergliedmaßen etwa so, wie bei dem Kiwi, überhaupt außen nicht mehr sichtbar wurden, während der Pinguin sich ihrer noch als Ruder bedient. Marsh denkt sich, daß der sonderbare Vogel „sein Leben gänzlich auf dem Wasser zubrachte, ausgenommen die Zeit, da er zum Zweck des Brütens die Küste aufsuchte. Das nächste Land war damals die Kette niedriger Inseln, die gegenwärtig die Lage des Felsengebirges bezeichnet. In der seichten, tropischen See, die sich von diesem Lande aus 500 (engl.) Meilen oder mehr ostwärts und bis zu unbekannten Grenzen nach Nord und Süd ausbreitete, gab es für ihn eine Fülle der verschiedensten Fische als Nahrung. Jedenfalls war er ein bewundernswürdiger Taucher, den der lange, rasch biegbare Hals und die schlanken Kinnladen mit ihren scharfen, zurückgebogenen Zähnen zum Fangen und Festhalten des flinksten Fisches aufs vollkommenste befähigten. Da die beiden Hälften des Unterkiefers (wie bei den Schlangen) vorne nur durch Knorpel verknüpft waren und an jeder Seite ein Gelenk trugen, das eine gewisse Beweglichkeit zusicherte, so war die Fähigkeit des Schlingens zweifellos

jeder Anforderung gewachsen.“ Als Dokument für die frühe Existenz von Ratiten ist Hesperornis unschätzbar. Warum er allerdings — wenn im Fürbringer'schen Sinne der Ratiten-Typus überall bloß eine Anpassungsform von Carinaten sein soll — seine Flugkraft so völlig aufgegeben in einer See, die, wie wir oben erkannt haben, wenigstens zeitweise von riesigen Meereidechsen (Mosasaurus) der gefräßigsten und gefährlichsten Art gewimmelt hat, ist nicht ohne weiteres verständlich, und man kann schließlich bloß das eine Argument beibringen, daß ja thatsächlich auch das ganze Geschlecht der Hesperornithen mit Ablauf der Kreide-Zeit radikal ausgerottet war, also die schließliche Unzweckmäßigkeit des Flügelverlustes sich genau so rächte, wie sie es unter unsern Augen bei der maskarenischen Dronte gethan.



Ein zahntragender Vogel der Kreide-Zeit: Ichthyornis victor aus der mittleren Kreide von Kansas in Nord-Amerika (restauriert nach Marsh). Reste dieser taubengroßen Vögel sind an der gleichen Fundstelle, wie die des Hesperornis (vergl. S. 582) in Masse gefunden worden. Im Gegensatz zu Hesperornis sind hier sehr kräftige Flügel entwickelt. Die Zähne sitzen in besonderen Zahnhöhlen.

Hesperornis ist nicht der einzige Zahnvogel der Kreide von Kansas. Unmittelbar neben ihn stellt sich eine gänzlich abweichende zweite Gattung: der Ichthyornis oder Fischvogel. Die bekannteste von sieben Arten, die in der hohen Anzahl von 77 Exemplaren im Museum von New-Haven stehen, ist Ichthyornis victor. Die ersten Reste beschrieb Marsh im Sommer 1872. Auch von diesem Vogel können wir uns ein vollständiges Bild machen. Und es ist vor ihm auf den ersten Blick kein Zweifel: diesmal haben wir es mit einem ausgesprochenen Carinaten zu thun. Der Kiel (die Carina) des Brustbeins ist gradezu kolossal entwickelt. Schultergürtel und Flügel, entsprechend mächtig gebaut als Werkzeuge eines ausdauernden Fliegers, weichen in nichts vom Typus heute lebender Vögel ab, ebensowenig der kurze Schwanz und die schwachen Hinterbeine: man vermeint eine Möve zu sehen, der denn auch (wenigstens einer kleinen Art) die Taubengröße des Ichthyornis entspricht. Und doch bietet der Kreidevogel gleich seinem alten flügellosen Genossen Wunderlichkeiten, die jeden direkten Vergleich illusorisch machen. Hesperornis zeigte schon echte Vogelwirbel.

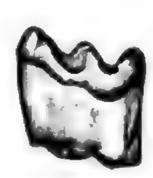
Ichthyornis geht in diesem Punkte auf Archäopteryx zurück: sein Name (Fischvogel) knüpft an bei der Fischform seiner Wirbel, jener doppeltgehöhlten Sanduhrform, die wir so oft auch bei alten Reptilientypen trafen und die heute noch die neuseeländische Brückeneidechse (Hatteria) bewahrt. Gleichzeitig erscheinen in den Kiefern des großen, aber nur mit winziger Gehirnhöhle ausgestatteten Schädels oben wie unten spitze Zähne, die im Gegensatz zu der losen Rinne des Hesperornis in besonderen Zahnhöhlen sitzen. Marsh sah, wie schon erwähnt ist, in der Existenz dieser Zähne etwas Entscheidendes, das den Ichthyornis mit Hesperornis verknüpfte, und baute deshalb aus beiden seine besondere Unterklasse der Zahnvögel. Auffällig sind die Zähne gewiß. Aber wenn man sich von dem besonders abnormen Bilde, daß grade ein „Vogel“ Zähne haben soll, einen Augenblick frei macht, so wird deutlich, daß in andern Tiergruppen auf dieses Merkmal mit Recht wenig Gewicht gelegt wird. Bei den Ichthyosauriern läßt man ruhig die zahnlosen Formen neben den gewaltig bezahnten und ebenso bei den Pterodaktylen. Wie gewisse Funde aus dem ältesten Tertiär Englands andeuten, reichte übrigens die Bezahnung bei gewissen Seevögeln vom Schlage unseres Albatros noch über die Kreide hinaus. Es ist also mit Recht darauf hingewiesen worden, daß man annehmen müsse, alle älteren Vogelgruppen haben zwischen Archäopteryx und den heute lebenden Ordnungen eine Periode durchgemacht, in der sie Zähne trugen, — diese Zähne sind aber überall infolge gleicher Umstände beseitigt worden. Ist das der Fall, so enthält es weiter nichts Wunderbares, daß sowohl der Ratite Hesperornis der Kreide wie der gleichzeitige Carinate Ichthyornis Zähne trugen. Die Frage, welcher nun von beiden der Vertreter der Stammform und welcher der ablenkende Typus sei, bleibt unberührt davon und nach wie vor offen. Aber man kann leider auch im übrigen nicht sagen, daß diese Frage durch Vergleichung der beiden Kreidevögel miteinander sehr viel klarer würde. Der Carinate zeigt noch Fischwirbel, der Ratite echte Vogelwirbel. Da heute auch die Carinaten insgesamt Vogelwirbel tragen, müßten sie entweder von dem Ratiten abstammen, was wohl ganz unmöglich ist, oder auch diese spätere Wirbelform ist in unabhängigen Linien mehrmals entwickelt worden in derselben Weise, wie die Zähne mehrmals verloren gingen. Zur Not kann man nur sagen, daß dieser Zug dem Ratiten allgemein etwas Jüngeres giebt, wie er denn ja auch in der Auflösung der einzelnen Zahnhöhlen in eine gemeinsame Rinne etwas derart verrät. Aber daneben stehen auch wieder altertümliche Merkmale (z. B. im Schwanz). So viel Wahrscheinlichkeit die Fürbringer'sche Ansicht an sich hat, daß der Ratiten-Typus lediglich eine spontane Anpassung des Carinatentypus sei und daß also auch Hesperornis lediglich einen aberranten (wenn auch uralten) Seitensproß solcher Art ohne unmittelbare stammesgeschichtliche Bedeutung darstelle:

mit Hilfe der paläontologischen Funde läßt sich vorläufig ein klares Urteil nicht gewinnen. Ratiten wie Carinaten gehen, das sehen wir, bis in die Kreide zurück, — erstere vielleicht, letztere sicher bis in den Jura. Da wir ältere Vogelreste überhaupt nicht besitzen, so läuft also die Hypothese, daß die ältesten Ratiten schon flugunfähig gewordene Carinaten seien, zeitlich nachgerade zusammen mit der andern, daß „von Beginn an" zwei Stämme der Vögel existiert hätten: echte Carinaten (Linie Archäopteryx — Ichthyornis — heutige Flugvögel) und echte Ratiten (Linie Laopteryx [vergl. S. 581] — Hesperornis — heutige Straußvögel). Die endgiltige paläontologische Entscheidung muß der Zukunft anheimgestellt bleiben und dürfte wohl aus Trias-Gestein kommen. Das Schwergewicht aus allgemeinen und der vergleichenden Anatomie der lebenden Formen entnommenen Gründen bleibt aber einstweilen bei der ersteren Hypothese, die die Ratiten (also auch Hesperornis) als die sekundäre, erst durch nachträgliches Verlorengehen der Flugfähigkeit entstandene Form der Vögel ansieht. Die Hauptsache, die uns die Funde von Kansas lehren, ist der Aufschwung des Vogeltypus in der Kreide überhaupt. Diese beiden stark spezialisierten Formen Nord-Amerikas sind sicherlich nicht die einzigen ihrer Zeit gewesen, wenn auch in den meisten Kreideablagerungen der Erhaltung zarter Vogelknochen offenbar keine günstige Stätte gegeben war. Das Reich der Luft war endgiltig erobert, — das zeigt der glänzende Flugapparat des Fischvogels. Als um die Wende zum Tertiär die wunderlichen Flugreptile vom Pterodaktylenstamm eingingen, hatten sie in der Welt der Wirbeltiere einen Ersatz gefunden, dem gegenüber es keinerlei Konkurrenz mehr hinsichtlich des Flugvermögens selber gab.

Wir aber kehren aus der Luft noch einen Augenblick aufs Land zurück. Was war inzwischen aus den Säugetieren geworden, der Klasse, die berufen sein sollte, wie der Adler den Pterodaktylus, so auf dem festen Boden den Iguanodon und den Megalosaurus abzulösen? In unserer Überlieferung ist von dieser Ablösung, solange die Kreide dauert, so gut wie nichts zu sehen. Lange Zeit galt es gradezu für ein Dogma der Versteinerungskunde, daß es überhaupt keine Fossilreste von Säugern aus der Kreide gebe. Daß eine Entwickelungslinie, die in der Trias und im Jura nicht grade sehr hervorstechend, aber doch immerhin deutlich genug angelegt ist und die im Tertiär plötzlich in vollem Glanze antritt, während des ungeheuren dazwischen liegenden Zeitraums nicht gänzlich ausgeschaltet gewesen sein könne, mußte jeder logisch denkende Paläontologe zugeben. Aber daß in den vielfältigen, zum Teil so verschwenderisch mit Versteinerungen ausgestatteten Sedimenten der Kreide auch nicht ein Zähnchen eines Säugers sich zeigen wollte, war ebenso sehr Thatsache. Erst in jüngster Zeit, seit 1882, ist dieser Bann gebrochen worden. Man hat jetzt ein paar Spuren aus England, allerdings aus jener Grenzschicht des Wälderthons, die

allenthalben noch in den Jura hineindeutet. Viel bessere Reste aber sind durch Cope's und Marsh' unermüdliche Thätigkeit aus der obersten Kreide Nord-Amerikas (sogenannte Laramieschichten von Wyoming, Dakota, Colorado, Montana) bekannt geworden. Erklärlicherweise sah man der näheren Beschreibung dieser so lange vermißten Funde mit der größten Spannung entgegen. Der Leser erinnert sich, was früher (z. B. S. 505 ff.) über die ältesten Säugerreste aus Trias und Jura gesagt ist. Teils traten uns dort Vertreter jener offenbar sehr niedrigen, den heutigen Schnabeltieren nahe stehenden Vielhöckerzähner (Multituberculata, vergl. S. 505) entgegen, teils echte, obwohl niedrig stehende Beuteltiere aus der Verwandtschaft unseres heute lebenden australischen Ameisenbeutlers (Myrmecobius) und unserer amerikanischen Beutelratten (Didelphyidae). Alle diese höchst primitiv gebauten Formen trennt eine weite Kluft von den höheren, uns

a

b




c



Zähne von Säugetieren aus der Kreide-Zeit.
a Der obere Backzahn eines Vielhöckerzähners (vergl. das Bild S. 505), eines sehr niedrigen Säugetiers, vielleicht aus der Verwandtschaft unserer lebenden Schnabeltiere, des Tripriodon caperatus. *b* Ein Zahn des ähnlichen, vielleicht damit identischen Halodon sculptus. *c* Zwei Backenzähne (von unten gesehen) des Didelphops vorax, eines Beuteltiers, das wahrscheinlich unseren lebenden nordamerikanischen Beutelratten (Didelphyidae) sehr nahe stand. Alle drei Figuren nach Fundstücken aus der oberen Kreide (Laramie-Schichten) von Wyoming in Nord-Amerika. (Nach Marsh.)

geläufigsten Ordnungen der Säugerwelt, den Huftieren, Raubtieren, Nagern, Halbaffen, Affen u. s. w., und höchstens an die kleine Gruppe der sogenannten Insektenfresser (Spitzmaus, Igel, Maulwurf) zeigen sich erste, problematische Anklänge. Nichts lag nun näher als zu erwarten, daß die Säuger der Kreide-Zeit uns den Übergang jener niederen zu diesen höheren Säugern vorführen, also jene Kluft ausfüllen würden. Die Hoffnung ist enttäuscht worden. Jene endlich ans Licht gelangten Reste bieten nur abermals Vielhöckerzähner und niedrig stehende Beuteltiere, — eine wenig veränderte Fortsetzung der Jura-Fauna, die keinerlei neue Aufschlüsse giebt.

Unsere Bilder zeigen ein paar Zähnchen solcher Vielhöckerzähner (Multituberkulaten) der Kreide von Wyoming, auf die Marsh die Gattungen Tripriodon und Halodon gegründet hat, — Bestimmungsversuche, die übrigens noch sehr der Kritik unterworfen sind. Ferner zwei isolierte Backenzähne, die zu einem Tier etwa von Kaninchengröße gehören (Didelphops), das nach Marsh eine echte Beutelratte, also ein unmittelbarer Verwandter

der heute noch in Nord-Amerika lebenden Opossums (Didelphys) sein soll. Der letztere Fund kann zur Not einen Anhalt dafür geben, daß wenigstens innerhalb des Kreises der Beuteltiere seit dem Jura ein gewisser minimaler Fortschritt stattgefunden hatte. Das ist aber auch alles. Eine einzige Form (Stagodon) scheint aus dem Kreise der Ursäuger und Beutler herauszufallen, doch sind die Akten darüber noch offen, und wenn sie es thut, so deutet sie grade auf eine heute total ausgestorbene, höchst problematische Säugergruppe, die selbst noch haltlos im System schwankt — die Tillodontier, über deren Rätsel im nächsten Kapitel noch mancherlei zu sagen sein wird. So scheiden wir hinsichtlich der Säuger von der Kreide-Formation mit dem Bewußtsein, daß sie zwar nach wie vor da sind, aber daß sie anscheinend so gut wie gar nicht weiter sind. Die Aufklärung, die wir suchen, um das heutige, erdbeherrschende Bild, das grade diese Klasse der Wirbeltiere darbietet, zu verstehen, schiebt sich in die Tertiär-Zeit, die uns dieses wie so manches Rätsel der Sekundär-Zeit rückwirkend lösen soll.



Sechstes Buch.

Die Erde als Wohnstätte organischen Lebens

vom Beginn der

Tertiär-Zeit bis auf die Gegenwart.

Cänozoische und anthropozoische Periode oder Neuzeit und Jetztzeit der Erdgeschichte.



Druck und Verlag: J. Neumann, Neudamm.

Die Kontinente und Meere zur älteren Tertiär-Zeit. (Nach Koken.)

Die tertiären Formationen.
(Eocän, Oligocän, Miocän und Pliocän.)

Wiederum einmal ist es die Ostsee-Küste, an die ich den Leser führen möchte. Wo das ewig rege Spiel der Meereswellen den Strand benetzt, da ist es, als entfalte auch die Erkenntnis thätiger ihre Schwingen. Vom Winde ans Ufer getrieben, enthüllen sich vor unserm Blick nie geahnte, seltsame Tierformen. Eine ganze neue Welt umschließt die kleine lichtblaue Glocke der Qualle, das zierliche Ornament des Seesterns, das bunte, pflanzenartige Wunder der Aktinie. In das träumende Genießen, zu dem der weiche Strand so verführerisch lockt, mischt sich beinah unbemerkt eine tiefe, nachhaltige Aufrüttelung des Verstandes, dem das Bild des Kosmos jäh in unendliche Formen erweitert scheint. Aber nicht nur vorwärts, hinein in die Fülle des Vorhandenen, schweift das frisch geöffnete Auge: auch rückwärts, tief hinab in die alte geschichtliche Verknüpfung der Dinge wühlt sich die neu geweckte Phantasie. Die Meere und Küsten der Vergangenheit tauchen auf, am Gestein nagt die Flut uralt entschwundener Tage und die Sanddüne von heute wölbt sich über einer entschlafenen Erde der Vorzeit, deren Geheimnisse die Lösung für die Rätsel des Bestehenden sind. Grade unsere deutschen Küsten, karger bedacht in ihrem zoologischen Reiz als die üppigen des Mittelmeers, bieten doch zu solcher geologischen Anknüpfung allenthalben den reichsten Stoff. Ein einförmiger Kranz dunkelgrünen Seetangs, der auf der weißen Strandfläche die äußerste Grenze des gewöhnlichen Wasserstandes andeutet und nur nach wildem Sturm der Nacht weiter hinauf gerückt sich zeigt, scheint ein bald ermüdendes, ewig gleiches Merkzeichen des Pflanzenlebens der Tiefe darzubieten, das kaum etwas zu denken giebt. Aber grade in der Stunde, nachdem der Sturm diese lebendige Strandmarke vorgeschoben, enthüllt sich dem forschenden Auge zwischen den nassen Büscheln ein geheimnisvoller Körper, der mit einem Schlage die weiteste Perspektive öffnet. Es erscheint in kleinen, gelben oder rötlichen, bald trüben, bald krystallhell durchsichtigen Stückchen der Bernstein, — angeschwemmt aus den Tiefen des Oceans, als sei auch er ein Gebilde von da unten gleich der Muschelschale, die der Prall der Wogen losgerollt und halb zermalmt,

oder der Alge, die aus ihren unterseeischen Wiesen abgerissen jetzt verwelkend das Ufer säumt. Aber die Geschichte des Bernsteins reicht weiter zurück. Er erzählt von einer Erdepoche, die uns zwar zeitlich näher liegt als jene Kreide-Zeit, die den Donnerkeil und die Feuersteinknollen dieser selben Küste hinterlassen hat, die aber doch auch noch durch schier unermeßliche Spannen der Jahrhunderttausende von uns getrennt ist. Der Bernstein führt uns zurück in die Wälder einer der ersten jener Epochen, die mit einem zusammenfassenden Namen als die Tertiär-Formationen bezeichnet werden.

Der Bernstein hat lange nach seiner Entstehung eine überaus wichtige Rolle in der Kulturgeschichte der Menschheit gespielt. Bei den frühen Kulturvölkern des Mittelmeergebietes schon als gefälliges Schmuckstück gesucht, gab er den ersten Anlaß zur „Entdeckung" der Lande und Völker am nordischen Ostmeer. Er rückte sie auf Grund von Handelsverbindungen in ein vages Dämmerlicht bereits lange vor der Zeit, da politische und religiöse Interessen den hellen Tagesschein der von Süden heraufsteigenden, mit schriftlicher Tradition ausgerüsteten Kultur wirklich nahe brachten. Als aber diese seine erste Kulturmission erfüllt war, als die wilden Stämme jener unwirtlichen Nordlande selber in ihrer Art längst die Welt erobert hatten, während der Name jener einst mit dem Bernsteinhandel eng verknüpften Phönicier wie eine graue Sage verschollen war, — da war es abermals der Bernstein, der durch seine zufällig entdeckten physikalischen Eigenschaften die Basis abgab einer Wissenschaft, die der Menschheit im ganzen ihr vollkommenstes und schnellstes Verständigungsmittel über die weiten Räume des gesamten riesigen Erdballs weg verleihen sollte, — der Wissenschaft von der Elektricität, der „Bernsteinkraft", wie das Wort es heute noch besagt nach dem griechischen „Elektron" gleich „Bernstein". Heute ist auch diese zweite Mission zu Ende. Der Bernstein gehört jetzt dem Paläontologen. Auch ihm aber ist er unschätzbar als eine Urkunde der Erdgeschichte, die eine Fülle von Erkenntnis giebt. Die eigentliche Heimstätte des nordischen Bernsteins ist das Samland bei Königsberg in Preußen. In einer Mächtigkeit von einem bis zu sechs Metern tritt hier eine sandig-thonige Schicht, die sogenannte „blaue Erde", offen zu Tage an Stellen, die direkt von den Meereswellen ausgewaschen werden können. Diese blaue Erde erweist sich durch ihre Fossilreste: Haifischzähne, Meermuscheln, Holzstücke u. a. als das Sediment eines alten Meeres, in das große, aus waldreichen Gegenden niedersteigende Flüsse einmündeten. In ihm lagert nun massenhaft auch der Bernstein. Wenig schwerer nur als das Wasser, wie er ist, wird er leicht von der Welle losgerissen und fortgeschwemmt, ein Prozeß, der seit Urzeiten offenbar im Gange ist, da Bernsteinbrocken nicht nur in Menge über das ganze Ostsee-Gebiet, sondern auch die Nordsee-Küsten allerorten zerstreut sind. Untersucht man diesen leichten Stein auf seine chemische Natur hin, so erweist er sich unschwer als ein verhärtetes

Harz, also der Fossilrest einer Pflanze. Man wird auf das Bild weiter Waldungen gelenkt, von deren Stämmen Jahrtausende und länger ein üppig



Bernsteingräberei von Palmnicken im Samland (Ostsee).

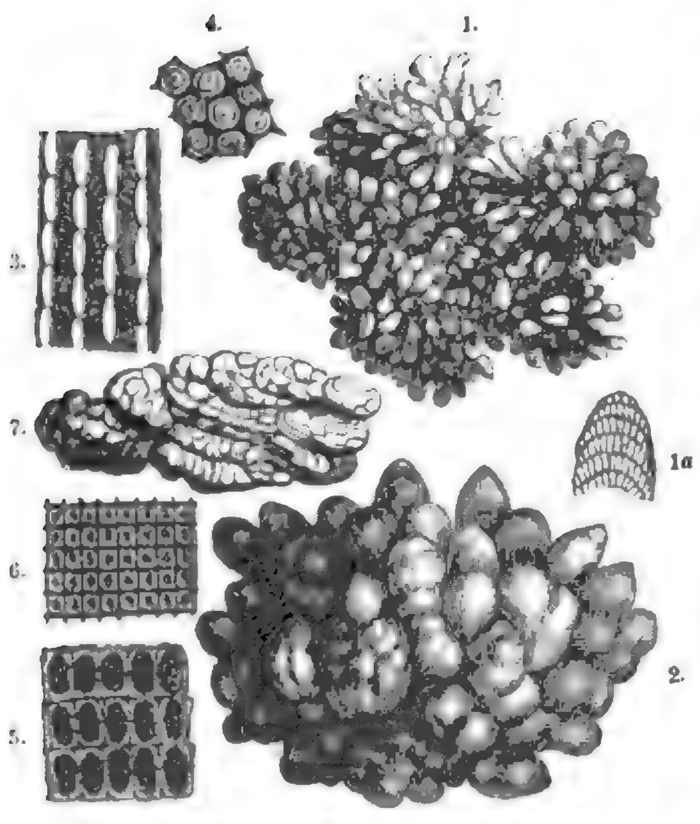
abgesondertes Harz niederträufelte, das durch die Flüsse fortgeschwemmt und schließlich im Meeresschlamm an den Mündungen begraben wurde. Aus

den organischen Resten, die dabei liegen oder die das einst flüssige Baumharz abfließend selbst umschlossen und konserviert (es sind besonders Insekten zahllos so erhalten, vergl. das Bild S. 81), geht hervor, daß es die norddeutschen Nadelholz-Wälder der älteren Tertiär-Zeit sind, die wir da auftauchen sehen.

Die Tertiär-Zeit schiebt sich in dem historischen Schema, wie wir es heute aufzustellen gewohnt sind, zwischen die Kreide und (im weitesten Sinne gefaßt) die Gegenwart oder wenigstens die unmittelbaren Voraussetzungen dieser Gegenwart. Dabei entspricht sie im Range auf der Tabelle der ganzen Sekundär-Zeit und der ganzen Primär-Zeit, also nicht bloß einer Einzelstufe wie Kreide oder Jura. Dieser systematische Rang darf uns aber nicht zu der Annahme verführen, als wenn auch in der Zeitlänge der tertiäre Abschnitt nun etwa einer solchen Riesenspanne wie Kreide, Jura und Trias zusammengenommen oder gar der ins Unmeßbare sich verlierenden Primär-Periode entspräche. Der Leser möge das Schema auf S. 178 noch einmal aufschlagen: wenn man die Sedimente grob abmißt (die ja immerhin einen gewissen Maßstab auch für die Zeit geben, die zu ihrer Bildung nötig war), so kommen auf die Primär-Periode bloß vom Kambrium an gerechnet 82000 Fuß, auf die sekundäre 15000, auf die tertiäre aber nur mehr 3000 Fuß. Es hat sogar in der Geschichte der Geologie relativ sehr lange gedauert, bis man sich entschließen konnte, eine eigentliche Tertiär-Formation oder gar eine Tertiär-Periode mit mehreren solcher Formationen anzuerkennen. In den Gegenden, wo die Begründer der heutigen Formationslehre, der geniale englische Ingenieur William Smith und der Deutsche Gottlob Abraham Werner ihre Studien anstellten, erschienen die tertiären Sedimente von so untergeordneter Bedeutung, daß man sie nicht von dem lose „Angeschwemmten“ der jüngsten Zeit zu trennen wußte und in den ersten Tabellen noch gar nicht besonders aufzählte. Erst die Franzosen schufen hier Rat. Insbesondere waren es Lamarck für die Mollusken und Cuvier für die Säugetiere, die aus den zoologischen Resten heraus mit Nachdruck entwickelten, daß hier sogar eine äußerst wichtige, von der Gegenwart und ihrer Lebewelt noch sehr deutlich geschiedene Erdepoche vorliege. Bei den noch viel tiefer greifenden Untersuchungen über die tertiären Conchylien (Muscheln, Schnecken), die dann Deshayes anstellte, zeigte sich, daß man sogar innerhalb der endgiltig erkannten großen Epoche noch kleinere Formationen werde unterscheiden müssen: ältere, uns ferner stehende, mittlere und jüngste, die sich daran erkennen ließen, ob der Prozentsatz heute noch lebender Molluskenarten in ihnen noch ganz gering, mittelmäßig oder bereits hoch bedeutend sei. Hier setzte Lyell ein und schuf die drei heute noch gangbaren Bezeichnungen Eocän, Miocän und Pliocän (vergl. über die Namen S. 177). Allerdings war die Prozentrechnung selbst, auf die er sich dabei stützte, nach heutigen Begriffen eine

ziemlich unvollkommene und unsichere. Aber die Einteilung als solche erwies sich als nutzbar. Nachdem von Beyrich die bedenklichste Unklarheit durch Einfügung einer vierten Formation zwischen Miocän und Eocän, das Oligocän, gemildert worden ist, kann sie jetzt noch als schematische Grundlage jeder Betrachtung glatt benutzt werden — wenn auch die Worte selbst, wie so oft, nicht schön gewählt sind. Ein Versuch, den ganzen Ausdruck „Tertiär" durch ein deutsches Wort, den schweizerischen Lokalnamen Molasse (der direkt nur gewisse oligocäne und miocäne Sedimente bezeichnet) zu ersetzen, findet sich zwar in manchen Büchern verewigt, führt aber leider auch nur zu Verwirrungen.

Je mehr der Blick sich schärfte, desto evidenter wurde, daß auch diese Tertiär-Formationen thatsächlich sehr mächtige Ablagerungen allerorten auf der Erde hinterlassen hatten. Der Bernstein, bei dem wir anknüpften, hat uns schon ein solches Sediment gezeigt, das die Küsten zweier Meere seit undenklichen Zeiten mit seinen losgespülten Produkten überhäuft, ohne daß der Schatz ein Ende nehmen will. Unmittelbar aber über dieser blauen Bernstein-Erde des Samlandes in Preußen, die wahrscheinlich dem Oligocän angehört, liegen andere tertiäre Ablagerungen, die ein zweites charakteristisches Produkt der Epoche zur Anschauung bringen: die Braunkohle. Der Leser erinnert sich an das früher Gesagte über die Herleitung der Kohle aus Pflanzenresten. In den weit ausgedehnten Braunkohlenlagern Europas stehen uns die ungeheuren Waldungen und Torfmoore der Tertiärländer ebenso vor Augen wie die der Steinkohlen-Formation in der echten Kohle. Entsprechend nur dem großen Umschwung, den die Sekundär-Zeit gebracht, ist es eine anders geartete Pflanzenwelt, eine den heutigen tropischen Verhältnissen näherstehende, die allerdings damals noch infolge eigentümlicher klimatischer Verschiebungen hoch bis nach dem Norden hinauf ging und die Üppigkeit brasilianischer oder südindischer Urwälder an der Stätte der heutigen dürren Kiefernheiden des nordeuropäischen Flachlandes entfaltete. Gehen wir weiter, so finden wir tertiäre Bildungen massenhaft an auffälligen, durch die menschliche Kultur besonders wichtig gemachten Stellen. Aus tertiärem Gestein, dem sogenannten Leithakalk, ist die Stadt Wien erbaut, er wird hauptsächlich gebildet durch die ungeheuerlichen Massenanhäufungen der Kalkgerüste sehr niedrig stehender Algen (Pflanzen) des Seichtwassers (Lithothamnien). Ähnlich hat zu den herrlichen Bauten von Paris ein tertiärer (eocäner) Kalkstein das Material abgegeben, der zum Teil aus Milliarden und aber Milliarden winziger Urtiere (Foraminiferen aus der Gruppe der Miliolideen) besteht. In Ägypten führt uns das Tertiärgestein gleich dem nordischen Bernstein noch einmal zurück bis in die früheste Morgenzeit menschlicher Baukunst: die uralten Kunstkolosse der Pyramiden sind aufgeführt aus sogenanntem Nummulitenkalk, dem Erbe ungewöhnlich großer Urtiere der eocänen Gewässer, deren Einzelreste



Reste kalkabsondernder Algen (Pflanzen) der Kreide-Zeit und Tertiär-Zeit.

Die dargestellten Proben gehören sämtlich der Gattung Lithothamnium an, die noch heute ihre Vertreter in allen Meeren hat. In der Tertiär-Zeit waren diese Kalkalgen (Nulliporen) offenbar in besonderer Blüte, sie bilden in den Ablagerungen stellenweise ganze Schichten, z. B. beinah ganz den sogenannten Leithakalk, den Baustein von Wien. Doch waren sie auch schon in der Kreide häufig genug. Nr. 1 ist das Lithothamnium ramosissimum aus dem Leithakalk (natürl. Größe), 1a ein Längsschnitt durch eine Astspitze (vergrößert). 2. L. tuberosum von Osnabrück. 3. Längsschnitt. 4. Querschnitt durch Ast von L. lichenoides, einer noch lebenden Art (sehr stark vergrößert). 5. Längsschnitt durch L. nummuliticum aus den sogen. Kressenberger Nummuliten-Schichten. 6. L. pliocaenicum vom M. Mario. 7. L. perulatum der Kreide-Zeit von Maastricht.

früh als „versteinerte Linsen“ die Aufmerksamkeit der alten Völker erregten. In **Baku** am Ostende des **Kaukasus** brechen aus dem Tertiär-Sediment brennbare Gase, Ausströmungen der mächtigen Petroleummassen, die, wahrscheinlich als Zersetzungsprodukt tertiärer Meertiere, in der Tiefe lagern und bei Bohrungen bis zu 40 m hoch emporschießen. Seit alters wallten hierher, zu den „ewigen Flammen von Baku“, die persischen Feueranbeter. Heute allerdings, in einer rasch um sich greifenden rationalistischen Welt, ist der Kultus und sein Tempel im Verfall: die Eisenbahn führt des Petroleumhandels wegen dicht vor die Thür, und die heiligen Feuer dienen den Heizungszwecken der Raffineriekessel und zur Beleuchtung der Fabrikanlagen.

Dennoch sind diese und andere Stätten, wo das Erbe des Tertiärs sichtbarlich in unsere Kultur eingreift, nur verschwindende Momente in der Gesamtleistung jener Tage für unser heutiges Erdbild. Diese Leistung bestand nämlich nicht allein in der Ablagerung von Sedimenten. Wer heute mit dem Apparat des Geologen etwa die Alpen und Karpathen durchwandert, der stößt zwar auch hier in großartiger Entfaltung auf solche Sedimente des Tertiärs. Über riesige Strecken weg zieht sich der oben als Pyramidenmaterial erwähnte fossilienreiche **Nummulitenkalk** der Eocän-Formation und der (im Gegensatz dazu fast versteinerungsleere) sogenannte **Flysch**, eine marine Sandstein- und Mergelmasse ebenfalls tertiären Ursprungs. Aber als etwas viel Überraschenderes drängt sich diesem Geologen aus tausendfachen Anzeichen die Überzeugung auf, daß die

gewaltigsten **Gebirgsketten** Europas grade in der Tertiär-Zeit erst eigentlich zu dem geworden sind, was das Wort besagt. In der Sekundär-Zeit ein Kranz von Inseln im Meer, den Korallenriffe säumten, **sind die Alpen in der Tertiär-Zeit wirklich „Alpen" geworden.** Damals erst geriet dieses Gebiet der Erde in einen jener früher (im ersten Bande) allgemein gekennzeichneten **Faltungsprozesse der Erdrinde** hinein. Alles, was im frühen Tertiär selbst und weiter dann zurück in den langen Zeiträumen der Kreide, des Jura, der Trias an Sedimenten sich hier abgelagert, wurde mit fortgerissen, gehoben, gequetscht, durchbrochen, übereinander geschoben in unaufhaltsamem Drang, bis die obersten Wellen des aufgebäumten Faltengewirres hoch über die Grenze des ewigen Schnees emporwuchsen, wo dann die nagende Thätigkeit der Luft und des Wassers, die Erosion, einsetzte und im Laufe der folgenden Jahrtausende jene grellen Zackenprofile herausarbeitete, die heute das Bild des Alpenkammes charakterisieren. Es waren nicht die Alpen allein, die damals im eigentlichen Sinne vollendet wurden. In der nämlichen Weise wölbten sich zu ihrer heutigen Größe herauf die Karpathen, die Apenninen, die Gebirge der Balkanhalbinsel, der Kaukasus, das höchste aller Gebirge von heute: der Himalaya, der Tianschan und die große nord- und südamerikanische Gebirgsbarriere parallel zur Küste des Stillen Oceans. Im Sinne des früher Gesagten darf man diese entscheidende Leistung der Tertiär-Zeit sich natürlich nicht als eine irgendwie gewaltsame Revolution denken. Der Prozeß vollzog sich durchaus allmählich, — allerdings mit einer (im ganzen) doch so **intensiven** Stetigkeit, daß man die Tertiär-Periode als eine recht eigentliche **Epoche der Erdfaltung größten Stils bezeichnen muß.**

Es ist damit nicht ohne weiteres gesagt, daß die Periode sich dadurch fundamental von allen früheren unterschiede. Seitdem man darauf achten gelernt hat, ist es immer deutlicher geworden, daß die Faltung der Erdoberfläche und damit die Entstehung von Gebirgsketten ein uralter, wahrscheinlich über die ganze Erdgeschichte verbreiteter Prozeß sei. Die Gebirge der älteren Epochen sind bloß im Laufe der Zeiten durch die Erosion langsam wieder abgenagt worden. Diese Erosion setzt ja sofort, schon während der Aufrichtung ein, — wie **Neumayr** es gelegentlich sehr richtig ausgedrückt hat: „das noch in der Aufrichtung begriffene Gebirge ist schon eine Ruine". War die Zeit nur lange genug, so kam es zu „erloschenen Gebirgen", deren Existenz sich nachmals höchstens noch andeutungsweise aus gewissen Lagerungsverhältnissen der Erdrinde nachweisen läßt. Möglich ist, daß in der Erdgeschichte Epochen der Faltenaufstauung regelmäßig gewechselt haben mit solchen einer gewissen Ruhe, die dann die Erosion jedesmal in ihrer Weise benutzte. Dann wäre die Emporfaltung unserer heutigen großen Kettengebirge in der Tertiär-Zeit die uns zunächst stehende aktive Epoche der Art, und wir heute befänden uns in einem Interregnum, da die Erosion

die Hauptmacht hat und die großen Falten mehr und mehr wieder abträgt. Wie es sich nun damit verhalte (die Ansichten widerstreiten sich bei der Kürze der Beobachtung naturgemäß noch allenthalben), — jedenfalls prägt die intensive Gebirgsbildung der Tertiär-Zeit kein Merkmal auf, das sie ganz aus dem Rahmen der übrigen Erdentwickelung als etwas Besonderes herauslöste, — sie bleibt dadurch vor allem nur merkwürdig für uns heute, die wir auf Schritt und Tritt uns noch im Angesicht der grade damals heraufgewölbten Gebirge befinden.

Erklärlich ist, daß so einschneidende Bewegungen der Erdoberfläche nicht abgehen konnten ohne jene Entlastung der gepreßten Massen der Tiefe durch Spalten, die wir im ersten Bande als die wahrscheinliche Ursache der vulkanischen Eruptionen kennen gelernt haben. Und so mußte neben ihren gigantischen Gebirgsfalten grade die Tertiär-Zeit auch das intensivste vulkanische Leben hervorbringen. An zahllosen Orten sehen wir heute noch die Spuren davon in Gestalt tertiärer Basalt- und Trachytmassen. Es gehören dahin unter andern jene erloschenen Vulkangebiete Europas, die wir meistens auf unserer Vulkanwanderung im ersten Bande schon durchmustert haben: Central-Frankreich (Auvergne), Catalonien, Ober-Italien, die Eifel, das Siebengebirge und Vogelsgebirge, die Rhön, Böhmen, Siebenbürgen, Schottland u. a. Die fragmentarische Aufzählung genügt schon, um zu zeigen, wie unverhältnismäßig viel mehr Eruptionscentra das tertiäre Europa besaß als das gegenwärtige, dessen ganze vulkanische Thätigkeit offenbar nur noch ein schwacher Nachklang von damals ist. Ähnliche Verhältnisse sind aus andern Erdteilen, besonders aus Nord-Amerika, bekannt geworden, so daß die Tertiär-Formation auch in diesem direkt vulkanischen Sinne eine überaus unruhige gewesen sein muß. An Erdbeben wird es ihr ebenfalls bei so vielfachem Wechsel der Spannung in der Erdrinde nicht gefehlt haben.

Daß Land und Wasser in ihrer gegenseitigen Lage unablässig schwankten, erhellt deutlich genug, wenn man die Wandlungen der Karte im Verlauf der einzelnen Abschnitte des Tertiär kurz überblickt. Am Schluß der Epoche war im großen und ganzen das Erdbild so, wie es heute unsere Atlanten zeigen. Eine große Umformung seit den Verhältnissen der Sekundärzeit war damit geschehen. Aber sie geschah innerhalb der Epoche keineswegs in kontinuierlicher Folge, sondern unter vielfachem Vor und Zurück, das sehr gut zugleich die Länge der Periode und ihre Beweglichkeit charakterisiert.

Unsere Farbentafel zeigt die Gestaltung von Land und Meer, wie sie für die ältere Tertiär-Zeit sich ungefähr noch feststellen lassen. Da die Umrisse der heutigen Kontinente eingezeichnet sind, ist es leicht, einen Maßstab zu finden. Gegen die Sachlage gehalten, wie sie im Jura vorlag und aus der früher mitgeteilten Neumayr'schen Karte ersichtlich ist, treten schon hier sehr wesentliche Änderungen hervor, die sich der heute bestehenden

Landverteilung in manchem unverkennbar nähern. Auf der Jura-Karte ließ sich in einer überraschenden Weise eine Ansammlung der Landmassen in der Gegend des Äquators verfolgen. Dort dehnten sich die beiden ungeheuren Kontinente, der brasilianisch-äthiopische und der sino-australische jedesmal über zwei heutige Festlandmassen aus, und zwischen beiden bog sich noch ein Rest eines dritten als indo-madagassische Halbinsel schief durch den Indischen Ocean herauf. Dafür standen beträchtliche Teile von Nord-Asien, Europa und Nord-Amerika vollkommen unter Wasser und ließen dem Arktischen Ocean einen unverhältnismäßigen Raum. Das war nun schon im frühen Tertiär anders geworden. Der Schwerpunkt der gesamten Kontinental-Entwickelung ist nach Norden verlegt, in einer Weise sogar, die stellenweise die heutige Sachlage noch übertrifft. Vor allem hängen die nordischen Massen intimer zusammen als heute: von Nord-Amerika geht eine Landbrücke über Island nach Europa, und an Stelle der heutigen Behringsstraße verknüpft ein breites Landband Asien und Amerika. Umgekehrt fangen allerdings die heute gänzlich fehlenden Landverbindungen im Atlantischen und Indischen Ocean bereits an zu verfallen: von Süd-Amerika nach West-Afrika leitet nur mehr eine lose Inselkette (brasilianisch-äthiopische Inseln), von Ost-Afrika nach Indien eine andere (Lemurische Inseln). Neu-Holland war, obgleich auch hier eine Inselkette nach Indien hinüber bestand, doch schon so gut wie isoliert. Das in die Karte eingetragene Bestehen eines offenen, trennenden Kanals zwischen Nord- und Süd-Amerika ist daneben nur eine vorübergehende Phase, — an dieser Stelle muß, wie gewisse Thatsachen aus der Wanderung der amerikanischen Tiere beweisen, im Verlaufe des Tertiär wiederholter Wechsel von „zu" und „offen" stattgefunden haben, bis endlich in unsere Zeit hinein der Verschluß von Panama bestehen blieb, den erst eine neue Naturmacht, der Mensch, wieder zu lösen berufen scheint.

Die kompliziertesten Verhältnisse beginnen, wenn man Europa und West-Asien anschaut. Es ist aus geschichtlichen Betrachtungen ein alt überkommener Satz, daß das Mittelmeer die glücklichste geographische Gestaltung darbot für die aufblühende Kultur der Menschheit. Geologisch erscheint diese begünstigende Form vor allem als der Ausdruck der Thatsache, daß das Mittelmeer und mit ihm ganz Süd-Europa und der ganze asiatische Strich von Klein-Asien bis nach Indien noch in relativ jüngster Zeit vor Auftreten des Menschen die umfassendste Bewegung durchgemacht haben. Im alten Tertiär, wie es die Karte giebt, waren (nach mancherlei Unterbrechungen in der Kreide-Zeit) ähnliche Verhältnisse hier wiedergekehrt wie im Jura. Das, was wir heute als Mittelmeer bezeichnen, war nur ein offenes Glied einer großen Wasserverbindung, die vom heutigen Meerbusen von Mexiko her bis nach Ceylon und dem Nördlichen Eismeer reichte. In freier Breite trat der Atlantische Ocean in die (durch Über-

greifen des Meeres sowohl nördlich wie südlich stark erweiterte) Wasserstraße zwischen Europa und Afrika ein und ließ seine Wasser da, wo heute der Ostrand des Mittelmeeres sich bei Ägypten, Klein-Asien und Süd-Rußland schließt, in zwei unbehinderten Linien nördlich durch das Sibirische Meer zum Eismeer, südöstlich durch das Arabische Meer und das parallele Bengalische Meer zum Indischen Ocean abfließen. Was heute an südeuropäischen, westasiatischen und russischen Landgebieten auf diesen Wasserlinien liegt, das ragte höchstens hier und da in Gestalt von Inseln aus der Flut. Im Verlaufe der verschiedenen Tertiär-Formationen ist dann ganz allmählich erst der Verschluß dieses offenen Mittelmeeres im Westen, Nordosten und Südosten zu stande gekommen. Im Pliocän, also ganz gegen Ende des Tertiär, drohte das Mittelmeer einmal beinahe ganz zu verschwinden. Seitdem nagt es sich abermals unabläßig größer. Zweifellos hat man hier noch immer eine der unfertigsten, unruhigsten Gegenden der ganzen Erde vor sich, die der Menschheit im Laufe der Jahrtausende noch manches Kopfzerbrechen machen wird — zumal mit den ruhelosen Hebungen, Senkungen, Spannungen und Zerreißungen naturgemäß auch wieder heftige vulkanische Eruptionen verknüpft sind, deren Fortdauern im Vesuv, im Ätna, im griechischen Archipel u. s. w. im Bunde mit Erdbeben deutlich genug das unheimliche Leben im scheinbar festen Land- wie Meeresboden für die Gegenwart und absehbare Zukunft verrät.

Daß eine Zeit, die in der Mittelmeerzone so unabläßig wühlte und wandelte und am europäischen Rande dieses Mittelmeers schließlich auch noch jene kolossalen Kettengebirge aufstaute, in Mittel- und Nord-Europa keinen dauernden Bestand der Karte ermöglichte, liegt nahe genug. Unabänderlich fest in seinen Grundlagen blieb allerdings das uralte skandinavische Massiv, und nur darin machte es im Verlauf der Gesamtepoche Wandlungen durch, daß es nach Westen allmählich den Zusammenhang mit Island und Nord-Amerika verlor, umgekehrt aber nach Osten mit dem langsamen Zuwachsen des sibirischen Meeres sich dem nordasiatischen Ländergebiet näherte. Desto abwechslungsreicher vollzogen sich die Dinge in unserm eigentlichen Vaterlande. Um die Wende der Kreide zum Tertiär schob sich das Meer vom Atlantischen Ocean über Nord-Frankreich, Süd-England, ein Stück des norddeutschen Flachlandes, Teile von Dänemark und Schweden nach dem russischen und sibirischen Meeresarm hinüber. Soweit es nicht mit schmalem Saum in dieser Linie lag, stand ganz Deutschland als Landscheide zwischen diesem Nordmeer und dem ungefähr parallelen Mittelmeer über Wasser. Noch in der älteren Tertiär-Zeit selbst aber, im Oligocän (zwischen Eocän und Miocän), gewann der nordische Meeresarm sehr viel mehr Macht. Er überflutete südwärts vorgreifend die norddeutsche Ebene und bildete gegen die centraleren Gebirgsgegenden hin drei große Buchten, eine niederschlesische an der Oder über Breslau bis Neiße und Oppeln, —

eine sächsisch-thüringische von Halle bis tief nach Thüringen hinein, — und eine niederrheinische bis Bonn. Von Bonn her direkt nach Süden durchzubrechen vermochte das Wasser nicht, denn „vor allem existierte damals der tiefe Einschnitt noch nicht, welcher heute unterhalb Mainz das Rheinische Schiefergebirge durchbricht. Dagegen war eine Wasserstraße vorhanden, die von Norden her über Kassel und Ziegenhain, am westlichen Fuße des Vogelsberges vorüber, nach der Wetterau und dem Mainzer Becken führte und vielleicht reichte noch eine zweite Verbindung von Kassel östlich vom Vogelsberg über Fulda dorthin. Hier in der Gegend von Mainz und Frankfurt breitete sich das Wasser weiter aus und zog sich dann durch die damals schon vorhandene Einsenkung zwischen Schwarzwald und Vogesen, dem heutigen Rheinthale entsprechend, nach Süden, um sich mit dem Südmeere zu verbinden, in welchem sich die Molasseschichten niederschlugen." (Neumayr.) Auch diese neuen Wassergrenzen hielten aber wenig Stäte. Das Meer wurde in diesen ganzen Zeiten nie recht tief und verlief sich bei den geringsten Schwankungen so rasch, daß man klar sehen konnte, daß es sich im allgemeinen hier in Nord-Europa doch nicht mehr um einen entscheidenden Wasserangriff handle. Im mittleren Oligocän war der Gesamtwasserstand wohl am höchsten. Dann kam der Rückgang. Er ist z. B. sehr deutlich merkbar im Mainzer Becken. Der Meeresarm, der sich hierher gezogen und ausgebreitet, kam außer Kontakt mit dem Ocean durch Austrocknen der Verbindungen. Zum zuflußlosen Lokalmeer erniedrigt, verlor er nach und nach den Salzgehalt und zerfiel schließlich in kleine Süßwasserbecken. „In Norddeutschland verschob sich der Strand gegen Westen; im Oberoligocän stand das Meer noch in Mecklenburg, im Miocän in Holstein und Schleswig, im Pliocän war ganz Deutschland trocken gelegt, und die Bildungen des sogenannten Crag (zum Mergeln benutzter Muschelsand) lassen erkennen, wie die alten Küsten von Belgien quer nach England hinübersetzten, der Kanal also noch nicht existierte. Wo das Meer verschwunden war, siedelten sich in den wasserreichen Niederungen Wälder an; zuerst in den vorgeschobenen und bald vom Meere verlassenen Buchten, dann aber auch im ganzen Gebiete der nordischen Ebene, seit der Oberoligocänzeit. Die Braunkohlenlager des Rheins, der Mark, des Samlandes und anderer Gegenden verdanken ihnen ihre Entstehung. Sie bildeten sich auch in Gegenden, die mit dem Tertiärmeer keinen Zusammenhang hatten, wie in Böhmen." (Koken.)

Es liegt auf der Hand, daß so vielfacher Wechsel in der Verteilung von Land und Wasser allgemein nicht ohne starke klimatische Wandlungen vor sich gehen konnte. Ich habe schon früher (S. 361) einmal darauf hingewiesen, welche bedeutende Rolle es für das Klima eines Ortes spielt, ob er rings von Festlandstrecken umschlossen ist oder ob er auf einer Insel liegt. Ganz unabhängig von der geographischen Breite an sich mußte

jenes Mittel-Europa zu einer gewissen Zeit des Tertiär, das bloß einen relativ schmalen Landstreifen bildete zwischen einem bis nach Bonn, Thüringen und Schlesien eingreifenden, ja schließlich von Mainz her in breitem Kanal ganz durchbrechenden Nordmeer und einem noch in der Alpengegend stehenden Mittelmeer, ein anderes, wesentlich milderes Klima haben als jenes andere, spättertiäre, das oben bis nach Skandinavien hinauf in geschlossener Landmasse sich dehnte und im Süden durch ein aufs winzigste reduziertes Mittelmeer kaum noch von den endlosen Weiten Afrikas getrennt war. Unmöglich konnten auch die kolossalen Gebirgserhebungen, die zu dauernder Gletscherbildung führten, neue Wasserscheiden schufen und die Bewegungen der Luft aufs nachhaltigste beeinflußten (ein gutes Beispiel dafür ist der Föhnwind, den die Alpenmauer total verändert), ohne schwere Schwankungen des Klimas in den näheren Gebieten ablaufen. Im Meere selbst wurden die so wichtigen, ganze Küsten gleichsam „heizenden“ oder „erkältenden“ Strömungen unablässig verschoben durch das Entstehen und Verschwinden von Landbarrieren, wie z. B. die von Mittel-Amerika, was wiederum sehr auf das Klima einwirken mußte. In der That sehen wir denn auch an den Punkten, die sich genauer kontrollieren lassen, vor allem in Europa, das Klima in den einzelnen Epochen des Tertiär so radikal sich abändern, daß ein tiefgreifender Einfluß in der ganzen organischen Welt sich schichtenweise geltend macht. Nur scheint es, daß die lokalen Umgestaltungen in der Karte und dem Relief, soweit wir sie überblicken können, noch nicht ausreichen, die Größe und den Rhythmus dieser klimatischen Umwälzungen allein zu erklären. Diese übersteigen thatsächlich jedes Maß, das man von dorther anlegen könnte.

Im allgemeinen ist der Verlauf für Europa etwa der folgende. Im Eocän herrscht ein entschieden sehr warmes Klima, das bei etwas weiter Fassung des Wortes gradezu tropisch genannt werden darf. In Süd-England, an der heutigen Ostseeküste, in Sachsen (z. B. bei Leipzig) und sonst an vielen Orten liegen zahlreiche Palmenstämme in den Schichten, und die übrige Flora entspricht dem. Von da ab ist das Klima dann zunächst sehr langsam etwas herabgestiegen. Im Miocän schwinden die letzten Cykadeen in Europa, die Palmen überschreiten nördlich nicht mehr die Alpengrenze. Im Pliocän scheint das Klima nur noch unbedeutend das heutige gemäßigte übertroffen zu haben. In dieser Reihenfolge ließe sich allerdings eine gewisse Regel finden: es erscheint einfach eine fortschreitende Abkühlung von Tropenhitze zu unserer gegenwärtigen Temperatur. Aber so glatt bleiben die Dinge nicht, sowie man etwas weiter greift. Zunächst ist es wenigstens sehr wahrscheinlich, daß das eocäne Tropenklima eine Steigerung war gegenüber dem Klima der letzten Kreide-Abteilung. Es legen das gewisse Thatsachen aus der Flora nahe, die vorläufig nicht zu beseitigen sind. Woher kam diese Steigerung? Noch

verwickelter zeigt sich dann die Sachlage am Ende des Tertiär. Die Temperaturabnahme des Pliocän führt um die Wende der Epoche zu der berühmten Eiszeit, die gradezu die Verhältnisse des heutigen vergletscherten Grönland nach Nord-Europa bringt. In der kurzen Spanne endlich, die uns heute wieder von der Eiszeit trennt, ist dann das Klima abermals wärmer geworden, so daß wir heute nahezu wieder bei den Ziffern des mittleren Pliocän angelangt sind. Hier hat offenbar etwas ganz Besonderes die grade Linie in der tollsten Weise abgeknickt. Welche Ursachen sollen wir uns denken? Es wird nützlich sein, daß wir die Details dieser sonderbaren klimatischen Wandlungen erst genauer verfolgen in ihrer Wirkung auf die Organismen der Tertiär-Zeit und die Hauptdebatte verschieben für die allgemeine Besprechung jener „Eiszeit", für die wir ja mehrfach klimatische Fragen auch in früheren Kapiteln schon aufgespart haben. Nur das soll schon hier als einführendes Moment deutlich werden, daß auch in klimatischer Hinsicht die Tertiär-Zeit eine überaus wechselreiche, unruhige und in ihrem Schlußeffekt sogar für gewisse Länder gradezu eine revolutionäre war.

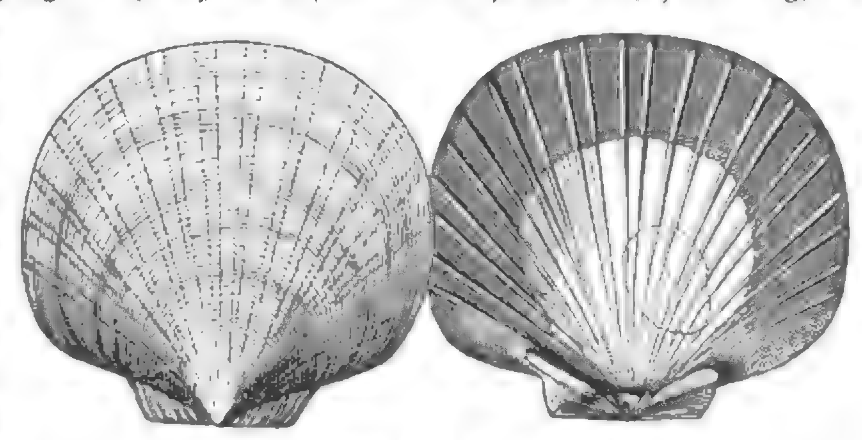
Vor diesem viel bewegten Hintergrunde vollzieht sich nun ein großartiges Schauspiel: die erste umfassende Entfaltung der Säugetiere. An zahlreichen Fundstellen, bei Paris, in Griechenland, in Indien, in Nord- und Süd-Amerika — allerorten liegen in die Schichten des Tertiär eingebettet wahre Katakomben zum Teil riesengroßer Säuger. Entsprechend der größeren Nähe der Zeit und dem soliden Knochenbau sind diese tertiären Reste besser erhalten als fast alle früheren Fossilien. Ein reiches, in seiner Materialfülle beinah nicht zu bewältigendes Bild stellt sich uns vor Augen. Im ganzen bedeutet die tertiäre Säugerherrschaft unbestreitbar den Sieg der geistig vollkommensten Gruppe aller Organismen, so daß man auch in diesem Sinne sagen darf, daß die Tertiär-Zeit höher steht als die sekundäre. Aber im Detail regt sich doch auch hier jener durch so viele Faktoren bestimmte Hang zum wilden Arabeskenwerk. Vielverzweigte Geschlechter treten jäh auf, um dann spurlos wieder zu verschwinden. Lange Zeit scheint es ganz unmöglich, einen glatten Faden des Heraufgangs innerhalb der Klasse selbst zu finden. Erst ganz zuletzt löst er sich wirklich entscheidend aus der Fülle: aus dem wirren Durcheinanderwogen grotesker Formen wächst eine einzige, wunderbar harmonische hervor, die geistig nicht nur alles seit dem urältesten Anfang des Lebens auf der Erde Geleistete in sich vereinigt, sondern auch derart überbietet, daß man lange gezaudert hat, sie überhaupt als eine Frucht dieses älteren und niederen Lebens anzuerkennen, — der Mensch. Erst in dem Augenblick wird die ganze Bedeutung der Epoche, mit der wir uns beschäftigen, vollkommen klar, da

uns ins Bewußtsein tritt: die Tertiär-Zeit umschließt die Geburtsstunde der Menschheit. Es liegen Wolken über Stunde und Ort. Noch ist es unserer Forschung, so hoch sie auch sonst gestiegen, nicht gegeben, den ganzen Schleier von diesem größten, tiefsten, folgenschwersten Geheimnis der Erdentwickelung zu ziehen. Dennoch haben wir bereits nach den einzelnen vagen Lichtpunkten, die uns sichtbar geworden sind, ein Recht, diese ganze Epoche gleichsam zu durchgeistigen von dieser ihrer bedeutsamsten Stelle aus. Die Schicksale der höchsten Tierklasse, die uns in erster Linie in ihr beschäftigen werden, bilden von dieser Endperspektive aus gesehen durchaus den Prolog des großen Schauspiels der Menschwerdung. Das muß unser höchstes Interesse wecken auch bis in jede Abschweifung, jede Arabeske hinein. Mit der Säugerwelt aber wieder fortschreitend verknüpft erscheint die Umgebung, Land und Wasser, Klima und Pflanzenwuchs, alle die Faktoren, die bestimmend einwirkten auf dieses märchenhafte Emporwachsen des obersten Stockwerks der ganzen sichtbaren Natur. So weht schließlich der Hauch des Großen, Ahnungsvollen durch alle Details der ganzen Epoche, alles durchdringend mit dem Duft dieses einzigartigen, dieses höchsten Schöpfungsmorgens. Kein Punkt scheint uns mehr gering. Mit jeder Landbrücke, die dem Wandern der Säugetiere eine freie Ausdehnungsmöglichkeit schuf, mit jedem klimatischen Wandel, der in die Existenzbedingungen der höchsten Organismen eingriff und bestimmte Anpassungen hervorrief, sehen wir einen neuen Schritt zu der letzten, endgiltigen Entscheidung gethan, wenn auch der Zusammenhang nicht immer gleich deutlich sein mag und dem Zuschauer oft nur aus dem Wehen der Vorhangfalten der schwere Tritt der weltgeschichtlichen Tragödie auf der eigentlichen Bühne klar wird.

Zunächst, ehe wir unsere Wanderung durch dieses wunderreiche Museum antreten, noch ein Wort über die niedere Tierwelt des Tertiär. Es genügt, einige hohe Gipfel hier rasch zu beleuchten, — die große Masse fügt sich schon so deutlich in das heute noch vorhandene Bild, daß die Führung ins Detail hinein für die Folge ruhig einem Lehrbuch des gegenwärtig bestehenden „Tierreichs" überlassen werden kann. Die Masse der niederen Tierformen, die uns aus dem Tertiär erhalten ist, ist allerdings eine enorme. Allgemein erklärt sich das ja schon aus der größeren Nähe der Schichten. Es kommt aber hinzu, daß wir für diese Zeit auch die Süßwasserbewohner ausgiebig kennen lernen und daß gewisse einzig dastehende Erhaltungswege (wie z. B. die Überlieferung tadellos konservierter Insekten durch das erhärtete Harz des Bernsteins) grade diese Epoche vor andern auszeichnen. Der Masse entspricht nur durchweg nicht das Interesse.

Die Hälfte aller aus den sämtlichen Tertiär-Formationen überlieferten Fossilien beispielsweise sind Muscheln und Schnecken. Aber so manches

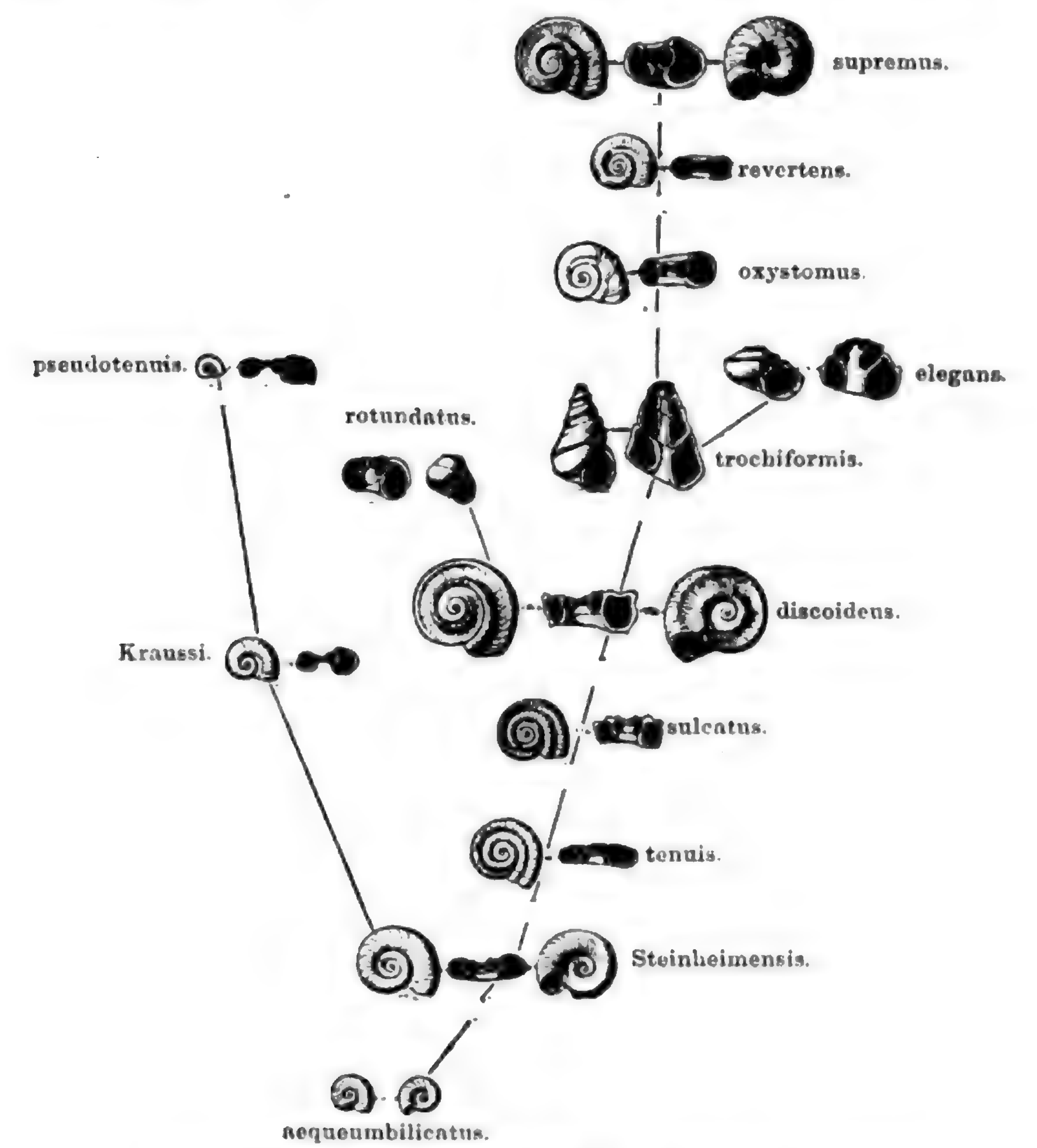
Licht sie auch im einzelnen auf die klimatischen Verhältnisse ihrer Zeit werfen, im ganzen lassen sie den raschen Wanderer, der ein scharfes Charakterbild der Epoche sucht, kalt. Ihr letztes „Wunder“ ist mit den Rudisten, die die Kreide nicht überschreiten, abgethan. Höchstens daß einzelne, an sich unscheinbare Formen die darwinistischen Kämpfe bekannter gemacht haben. So ist es bei Planorbis multiformis, einer Süßwasserschnecke, gegangen. Fast jeder Leser kennt wohl von Ansehen wenigstens unsere gewöhnlichsten, allenthalben verbreiteten Schlammschnecken, die hübsch emporgewundene, spitz zulaufende Limnaea und die in platter Scheibe gerollte Tellerschnecke Planorbis. Am Klosterberg von Steinheim in Württemberg liegen nun in dem weißen Kalkstein, der ein obermiocänes Süßwasser-Sediment darstellt, Milliarden solcher Planorbisschälchen, die höchst merkwürdige Varianten zeigen. Neben regelrecht platt gewundenen Formen finden sich kegelförmig zugespitzte, die eher an unsere Limnäa erinnern, und dazu noch mancherlei spezielle Abänderungen. Ein genauer Kenner, Hilgendorf, hat sich nun gelegentlich daran gemacht, auf Grund umfassendster Spezialstudien nachzuweisen, daß diese Varianten nicht regellos vermengt in der Gesteinsmasse liegen, sondern sich regelrecht in Schichten aneinanderschließen, so daß gradezu hier einmal Abstammungsketten in ganzer Folge sichtbar werden, deren Extreme man für gesonderte Arten halten möchte. Das Bild zeigt besser, als es Worte vermögen, einige solcher Ketten, vor allem die wichtigste, die von der platten Varietät Planorbis aequeumbilicatus zu der hochgetürmten trochiformis und von dieser aber-



Eine Muschel aus der Tertiär-Zeit.

Die Art (Pecten cristatus aus dem Miocän von Baden bei Wien; natürl. Größe) gehört zu der großen Familie der Pectinidae. Diese Familie beginnt bereits in der Silur-Zeit und reicht mit zahlreichen schönen Vertretern bis auf den heutigen Tag. Unter andern gehört dazu die Pilgermuschel (ebenfalls eine Pecten-Art, Pecten maximus), die in allen unsern europäischen Meeren gemein ist, selbst gegessen wird, noch bekannter aber im Binnenlande durch die Verwertung ihrer schönen Schale als Ragout-Schüssel (Ragout fin en coquilles) ist. Den Namen trägt sie nach der alten Sitte der Pilger, zum Zeichen ihrer Fahrt ins Morgenland Hut und Kleid mit ähnlichen Muscheln zu schmücken. Um die Zeit Voltaire's im vorigen Jahrhundert, als man sich noch darüber stritt, ob es wirklich versteinerte Muscheln fern vom Meere gebe, wollte man gelegentlich aus solchen weggeworfenen Pilgerabzeichen die Existenz der Schalen hoch in den Alpen erklären. Heute wissen wir, daß in der That Pectiniden lange, ehe der Mensch entstand, auf Erden gelebt haben, bis in die urgrauesten Tage der Erdgeschichte hinein, und daß ihre leicht kenntlichen Schalen, in die zu Gestein erhärteten Ablagerungen früherer Meere eingebettet, wirkliche Versteinerungen darstellen. Allein von der engeren Gattung Pecten sind bisher über 450 fossile Arten beschrieben worden.

mals zu der platten revertens leitet. Die Sache hat ihrer Zeit viel Aufsehen gemacht, und ist, da man so exakte Beweise für Darwin mit möglichst kritischen Augen anzusehen sich bemühte, sehr heftig angefochten worden. Hilgendorf hat aber in erneuten Veröffentlichungen seine Auffassung ebenso energisch verteidigt. Übrigens sind von andern Orten noch schönere ge-



Der Stammbaum der tertiären Schnecke Planorbis multiformis von Steinheim in Württemberg.

In dem obermiocänen Süßwasserkalk von Steinheim (Tertiär-Zeit) finden sich nach Hilgendorfs Untersuchungen Milliarden kleiner, der Gattung Planorbis angehöriger Süßwasserschnecken, an denen sich von Schicht zu Schicht aufsteigend starke Formveränderungen ganz im Sinne einer darwinistischen Entwickelung nachweisen lassen. Das Bild zeigt den Hauptast des Stammbaumes nebst ein paar Nebenzweigen. Am Durchschnitt der Gehäuse sieht man jedesmal am deutlichsten, wie weit die Formen voneinander abweichen. Falls Hilgendorfs Studien völlig einwurfsfrei für die Folge bestehen bleiben, so haben wir hier einen der Fälle vor Augen, wo eine ganze Entwickelungskette lückenlos sich rein aus dem handgreiflichen Material der Paläontologie entnehmen läßt.

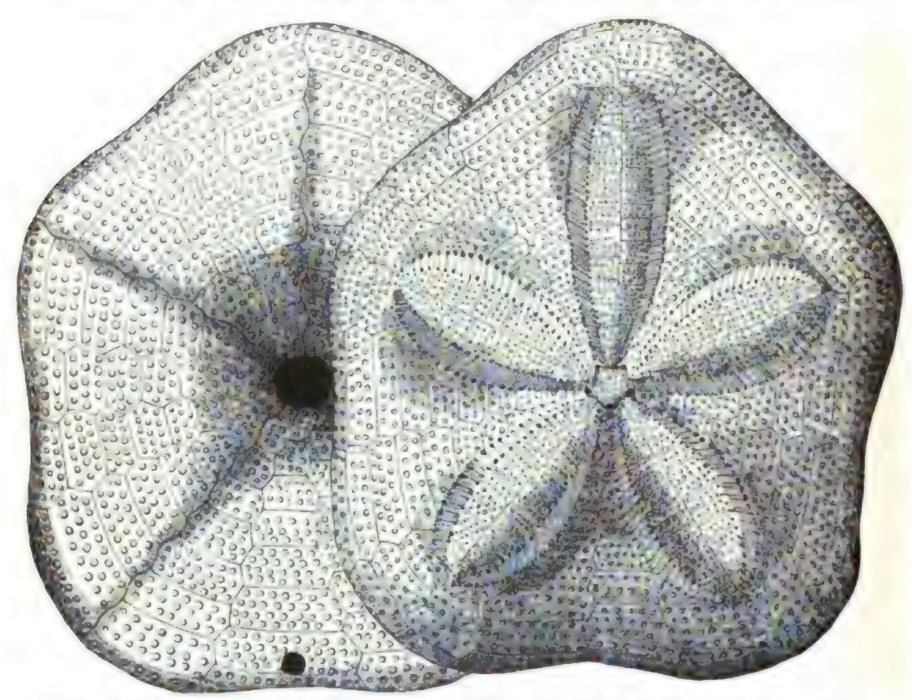
schlossene Ketten ähnlicher Art aus dem Gebiete der Sumpfschnecken beschrieben worden (z. B. **Paludina Neumayri** aus dem westslavonischen Pliocän), so daß die Entwickelungslehre nicht um analoge Beispiele verlegen ist und schon ein gut Teil Kritik vertragen kann, ohne ins Gedränge zu geraten. Am Tage vollends, wo die Konchyliologie ebenso wie einige andere zoologische Specialzweige, z. B. die Entomologie, endlich aufhören wird, ein reiner Sammlersport Tausender ohne jede geistige Vertiefung zu sein, und ihren Schwerpunkt vielmehr auf diese Varietätenfrage im darwinistischen Sinne verlegt, lassen sich aus dem Bereich der noch lebenden Schneckenarten hier die wertvollsten Aufschlüsse erwarten.

Ein großes Stück an Interesse, das für frühere Erdperioden dem Stamm der Weichtiere zufiel, geht im Tertiär endgiltig verloren durch das Erlöschen der **Ammonoideen** und **Belemniten**. Beides erfolgte natürlich nicht auf einen Schlag. Noch läßt sich in der Grenzschicht von Kreide und Eocän an der Westküste Californiens verfolgen, wie die letzten Ammonshörner verkrüppeln und verkommen inmitten einer sonst schon völlig tertiären Meeresfauna, und die Nachzügler der Belemniten reichen mit ein paar seltenen Arten direkt bis ins eigentliche Tertiär hinein. Aber im ganzen ist der Absturz da. Und da die Nautiloideen im Tertiär auch bereits auf 15 Arten herabgegangen sind und der Rest der eigentlichen Tintenfische fast ganz der charakteristischen, versteinerungsfähigen Schalen entbehrt, so scheidet damit eigentlich der Kopffüßer-Kreis überhaupt aus.

Bei den **Stachelhäutern** fehlen die **Crinoideen** (Seelilien) beinah ganz. Der Grund wird in diesem Falle mit Recht wohl zum Teil wenigstens nicht in dem wirklichen Mangel, sondern in der Überlieferung gesucht. Es fehlt uns aus dem Tertiär fast vollkommen an Tiefseebildungen, wie sie etwa die weiße Kreide darstellte. Wenn beispielsweise, wie oben schon erwähnt ist, das Meer zu gewissen Zeiten des Tertiär über weite Strecken des heutigen Europa vordrang, so kam es doch dabei nie recht zu wirklich „abgrundtiefer“ See. Flachere Wasser aber dulden keine Seelilien, wie uns schon im Solenhofener Meer deutlich wurde und wie es heute noch aus der S. 289 f. ausführlich mitgeteilten Entdeckungsgeschichte der überlebenden Tiefsee-Arten sich ergiebt. Die rechten Orte, wo auch im Tertiär mancher dieser zierlichen Tier-Haine noch geblüht haben mag, kennen wir vorläufig nicht. In ähnlicher Weise entgehen uns unter den **Seeigeln** jene für die weiße Kreide so charakteristischen Ananchytiden (vergl. S. 559). Im übrigen hat es Seeigel genug im Tertiär gegeben. Es blühte darin unter anderen glänzend auf das Geschlecht der **Clypeastriden**, irreguläre Seeigel, die nach kleinem Anfang im späteren Tertiär prachtvolle Riesenformen entwickelten, wie sie größer das Seeigelvolk nie vor- und nachher erreicht hat. Zu Hunderten finden sich ihre Schalen, die im Innern durch ein eigentümliches Gerüst von Pfeilern und Nadeln solider

gemacht wurden, im miocänen Wüstensande bei den Pyramiden von Gizeh in Ägypten. Auch die ganz irregulären **Spatangiden**, die schon S. 559 besprochen und abgebildet worden sind, gehörten zu den herrschenden Familien des Tertiär.

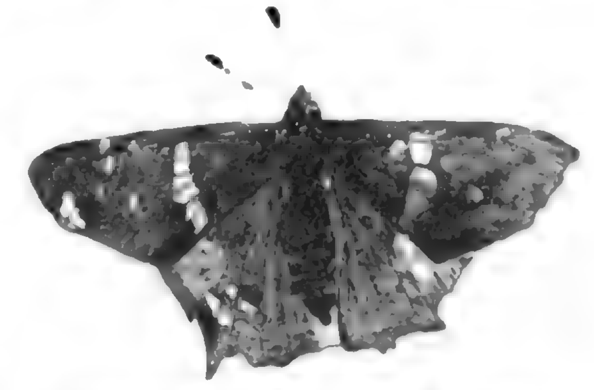
Der Stamm der **Gliedertiere** ist in unsern Sammlungen für die Tertiär-Zeit überaus begünstigt durch den oben mehrfach gestreiften Glücksumstand der Konservierung selbst zartester Insektenteile durch den **Bern-**



Ein Seeigel (Schale eines Tieres aus dem Kreise der Stachelhäuter) der Tertiär-Zeit.
Die dargestellte Art (Clypeaster grandiflorus aus dem Miocän von Boutonnet bei Monpellier; natürliche Größe; nach Desor) gehört zu den irregulären Seeigeln (vergl. das Bild S. 558), und zwar einer Familie (Clypeastridae), die in der oberen Kreide beginnt, in der mittleren Tertiär-Zeit große Gattungen, wie die dargestellte, entwickelt und gegenwärtig mit ihren lebenden Formen ihren Höhepunkt erreicht hat (mit 6 Gattungen und 17 Arten). Es gehören dazu die größten aller bekannten Seeigel.

stein. Aber auch sonst sind aus den eigentlichen Tertiärsedimenten so glänzende Fundstellen nach und nach bekannt geworden, daß wir heute von der Insektenfauna dieser Zeit, wenigstens für Europa und Nord-Amerika, gradezu ein umfassendes Bild besitzen. Genau beschrieben sind gegen zweitausend Species, dabei liegt aber noch Bernsteinmaterial in Masse unbearbeitet in den Sammlungen begraben. Wie treu solche Bernstein-Insekten erhalten sind, ist schon früher in dem Bilde S. 81 an einer

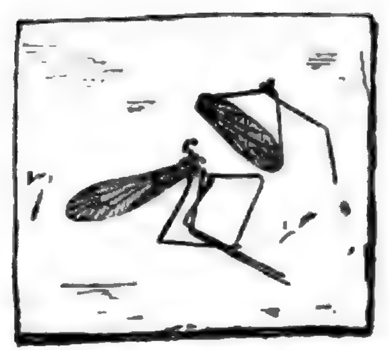
mikroskopisch kleinen Wespenart gezeigt. Wo eine der frühtertiären Bernsteinfichten innen im Gewebe erkrankte oder außen mechanisch verletzt wurde, da schied sich das Harz in dicken Massen ab und bildete ausfließend böse Leimruten für das Insektenvölkchen des Urwaldes. Alles, was der Forst grade bot, klebte ja da fest: zarte Kräuterblüten, Blütenkätzchen der Bäume, Haare baumbewohnender Klettertiere, Vogelfedern, kleine Schnecken, feine Spinngewebe samt den anhaftenden Tautropfen, gelegentlich sogar einmal eine kleine Eidechse, deren Balsamierung einen guten Begriff von der Masse einzelner dieser Harzthränen giebt. Auf solchem Boden war natürlich alles, was Käfer, Mücke, Spinne oder Schmetterling hieß, rettungslos verloren. Von Orten, wo Insektenreste direkt im Süßwasser-Sediment erhalten sind nach Art der prachtvollen Libellen von Solenhofen, sind insbesondere Öningen bei Konstanz am Bodensee, Aix in der Provence und Radoboj in Kroatien zu nennen. Unsere Bilder zeigen ein paar gute Proben vortrefflicher Abdrücke der Art. Man sieht den bunten Tagfalter, die Miniergänge der Mottenraupe, die Schnake, den Ameisenkäfer Clerus, der heute noch auf allen Holzstößen in unserm nordischen Kiefernwalde seine Raubzüge veranstaltet, den Bockkäfer Spondylis, der ebenfalls dort in Menge schwärmt, — lauter ganz vertraute Bilder, die in jedem Zuge zeigen, wie nah uns in diesen Tierzweigen die Tertiär-Zeit schon auf den Hals gerückt war. Zum Überfluß liegen im Miocän Nord-Amerikas (Wyoming) auch noch ganze Schichten, die wesentlich aus den wunderlichen Kunstgehäusen der Larven von Frühlingsfliegen bestehen, und dasselbe Schauspiel wiederholt sich im Oligocän der Auvergne, wo solche Hüllen den 2—3 m dicken Indusienkalk zusammensetzen. Früher ist erzählt (S. 127), wie diese Futterale ein überaus anschauliches Beispiel gewisser Schutzvorrichtungen im Tierreich darstellen. Jetzt sehen wir, daß die Kunst dieser Art uralt ist und einer sonst schwachen und wehrlosen Insektengruppe bereits seit Jahrmillionen forthilft.



Ein vollständig erhaltener Tagfalter aus dem Oligocän von Florissant (Colorado, Nord-Amerika), also der älteren Tertiär-Zeit: Prodryas Persephone in natürlicher Größe.

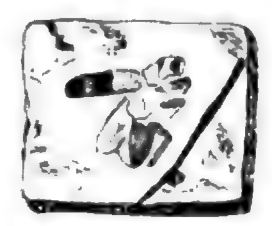


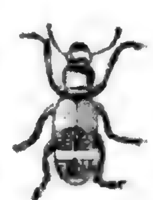
Bohrspuren der Raupe einer Motte (Nepticula fossilis) auf einem Blatte der Tertiär-Zeit (Miocän bei Bonn). Noch heute leben zahlreiche Arten der Gattung Nepticula, z. B. N. sericopezella, die Ahornsamenmotte. Es gehören dazu die kleinsten aller bekannten Schmetterlinge. Die Raupen weichen durch ihre 18 Füße von allen andern ab. (Nach Heyden.)



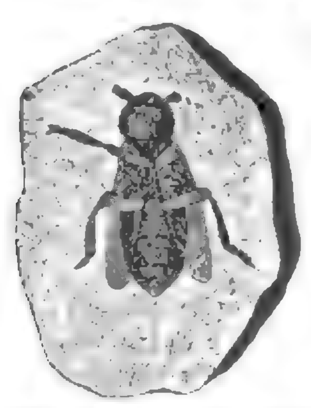
Eine Schnake aus dem Miocän von Radoboj in Kroatien (Tertiär-Zeit).
Die dargestellte Art (Rhipidia extincta, natürliche Größe) beweist, daß diese bösen Sommerplagen schon auf eine lange Ahnenfolge zurückschauen dürfen.

Von den längst stark herabgekommenen Brachiopoden ist nichts Neues zu melden. Die Bryozoen dagegen blühen üppig fort und nähern sich in ihren Formen immer deutlicher den heute noch lebenden. Dasselbe gilt von den Korallen. Noch reichen im Miocän ihre Riffe bis in die Gegend des heutigen Wien, wo sie an der Zusammensetzung des oben erwähnten Leithakalkes Anteil nehmen. Aber keinerlei eigentlich fremde Typen sind mehr darunter, überall fließt das Bild bereits in die gegenwärtig bestehende Form. Es bedarf — merkwürdigerweise — diesmal eines Schrittes ganz tief bis an die Grenze organischen Lebens, bis ins Reich der Urtiere hinunter, um noch einmal einer großen Sonderentfaltung zu begegnen, die dem Tertiär allein eigen ist. Schon ist einmal berührt, welchen Anteil winzige Urwesen an Gesteinen des Tertiär gehabt haben, Miliolideen an dem Baustein von Paris, Lithothamnien (Kalkalgen) an dem von Wien. Der gewaltigsten und eigenartigsten Erscheinung von verwandter Natur müssen wir aber noch eine etwas genauere Betrachtung widmen, den Nummuliten.





Ein Ameisenkäfer (Clerus Adonis) der Tertiär-Zeit aus dem Miocän von Oeningen.
(Natürl. Größe, rechts von Heer restauriert.)
In den nordischen Kiefernwäldern ist heute noch der prächtig gefärbte Ameisenkäfer (Clerus formicarius) eine der gewöhnlichsten Erscheinungen. Dieser alte Clerus zeigt bereits dieselbe bunte Zeichnung der Flügeldecken, die auch ihn auszeichnet.



Ein Käfer (Spondylis tertiarius) der Tertiär-Zeit aus der Braunkohle von Orsberg (Rheinprovinz).
Unser heutiger Spondylis buprestoides, ein höchst merkwürdiger, im System den Übergang zu den Bockkäfern (Cerambycidae) vermittelnder pechschwarzer Käfer, ist z. B. im märkischen Kiefernwalde bei Berlin eine der gewöhnlichsten Erscheinungen. Die abgebildete Art beweist, daß seine Vorfahren schon in der Tertiär-Zeit durch die Wälder schwärmten.
(Das Bild nach Germar.)

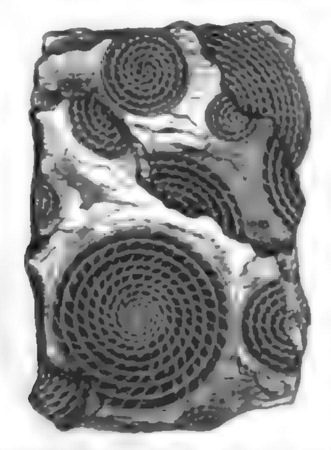
Die Nummuliten (deutsch wird man das Wort etwa mit „Münztiere“, von nummulus = kleine Münze, was auf die Gestalt anspielt, wiedergeben können) gehören ihrer systematischen Stellung nach zu den Urtieren aus der großen Ordnung der Rhizopoden oder Wurzelfüßer. Im Verlaufe unserer Darstellung ist wiederholt von solchen die Rede gewesen, z. B. S. 193, 218 ff., und besonders S. 535, wo auch gewisse Wurzelfüßerschalen des Tertiär schon abgebildet sind. Obwohl die Einzeltierchen durchweg winzig klein sind und an sich lediglich ein

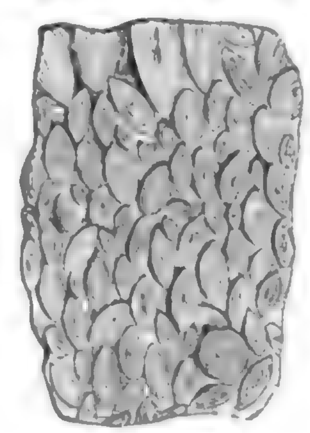
formloses Klümpchen organischen Stoffs ohne jede kompliziertere Organbildung (eine einzige Zelle) darstellen, glückt es ihnen doch, durch ihre Massenanhäufung und durch den Umstand, daß sie zum Teil höchst zierliche Schalen um sich zu bilden wissen, vielfach ganze Gesteinsschichten in ähnlicher Weise wie die riffbildenden Korallen aufzutürmen. Solche soliden Massen, die wesentlich aus Rhizopodenschalen bestehen, treten uns entgegen in den Kreidefelsen von Stubbenkammer auf Rügen, an der englischen Küste, von deren weißen Kreideflächen das ganze Land Albion, das „Weiße“, genannt worden ist, und sonst an zahlreichen Orten. Zu diesen Rhizopoden, enger den kalkschaligen Foraminiferen, zählen nun auch die Nummuliten des Tertiär. Was sie sogleich vor andern auszeichnet, ist die Größe einzelner Arten, die bis zu 60 mm geht. Die Gehäuse haben im allgemeinen die Form einer Linse. Bricht man sie auseinander, so findet man im Innern eine Art Spirale als Skelett, die, in einer Ebene eingerollt, durch schiefe Querwände in zahlreiche Kammern geteilt wird. Die Scheidewände wie die Wände der Spirale selbst zeigen vielfach kleine Öffnungen, durch die der Gallertkörper des Tieres sich innen seinen Zusammenhang wahren und nach außen in sogenannten Scheinfüßchen beliebig herausfließen konnte, um Nahrung aufzunehmen. Gradezu ungeheuerlich war nun die Verbreitung dieser Nummuliten im unteren Tertiär. Der Leser erinnert sich, was oben im Anschluß an die Karte über das eocäne Mittelmeer gesagt ist. Es reichte vom Atlantischen Ocean her bis nach Indien, weite Strecken der heutigen Mittelmeerländer und die ganze Landmasse, die heute gegen Indien und Sibirien im Osten absperrt, überflutend und nur hier und da von größeren und kleineren Inseln unterbrochen. In diesem Mittelmeer lebten in einer kaum zu fassenden Fülle die Nummuliten und häuften im Laufe der Zeiten enorme Massen ihrer Kalkgehäuse im Grunde an, als deren sichtbaren Rest wir heute auf dieser ganzen Zone mächtigen



Versteinerte Köcher von Larven einer Frühlingsfliege (Indusia calculosa) aus dem Miocän (Tertiär-Zeit) von Wyoming (Nord-Amerika).
Natürliche Größe.
Noch heute bauen sich die Larven der Köcher- oder Frühlingsfliegen (Phryganeidae) im Süßwasser seltsame Futterale, indem sie Pflanzenteile, winzige Schneckenhäuser, Steinchen u. s. w. mit Hilfe abgesonderter Spinnfäden aneinander kitten. Proben solcher Futterale sind auf S. 127 gegeben. In Süßwasserablagerungen der Tertiär-Zeit kommen nun stellenweise ganze weite Schichten solcher versteinerten Schalen vor, in der Auvergne (Frankreich) bis zu 3 m Dicke (Indusienkalk.) Da das einzelne Futteral etwa 3 cm an Länge, 6 mm an Dicke mißt, kann man sich einen Begriff von der Masse der zugehörigen Individuen machen!

Gesteinsschichten begegnen, die als **Nummulitenkalke** bezeichnet werden. Ursprünglich horizontal abgelagert, haben diese Schichten allerdings überall da, wo nach ihrer Zeit noch große Faltungen der Erdrinde stattfanden (und die Bildung der Pyrenäen, Alpen, Karpathen, des Kaukasus, Himalaya u. a. war ja damals, wie wir gesehen haben, in vollem Gange), große Störungen erlitten: sie sind aufgerichtet, mit in die Faltung hineingerissen und emporgedrängt worden, so daß sie gegenwärtig in den Alpen stellenweise bis zu einer Höhe von 3000 m über dem heutigen Meeresspiegel sich finden und im Himalaya gar bei 5000 m. Dem aufmerksamen Betrachter dieser eigentümlichen „Nummulitenzone" von den Pyrenäen bis



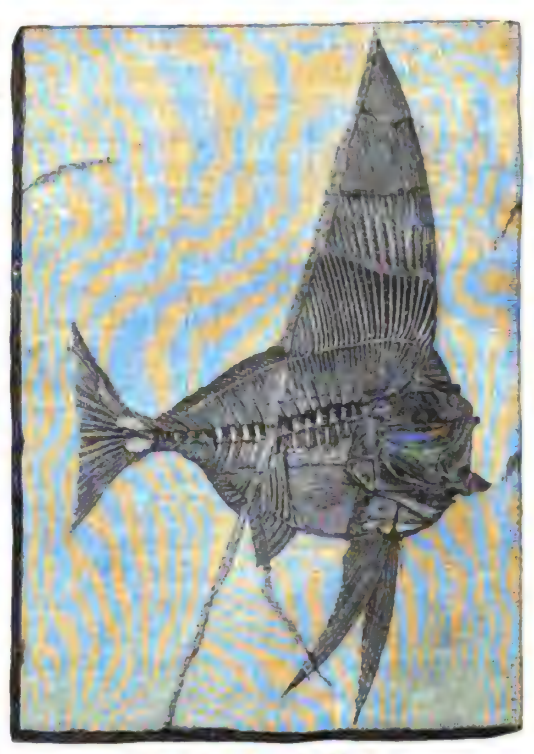


Große Schalen einzelliger Urtiere aus der älteren Tertiär-Zeit (Eocän), sogenannte Nummuliten.
Die Schalen dieser Tiere niedrigster Art (vergl. das Bild S. 535) waren von zahlreichen feinen Röhrchen durchbrochen, durch die die organlose Gallertmasse des Innern feine Fortsätze (Scheinfüßchen) zum Zweck der Bewegung und Nahrungsaufnahme nach außen entsenden konnte. Die Nummuliten gehören der Ordnung der Foraminiferen an (Klasse der Rhizopoden oder Wurzelfüßer), und zwar stellen sie die größten Vertreter dieser formenreichen Gruppe dar. Ihre zahllosen versteinerten Schalenreste bilden an vielen Orten (vergl. den Text S. 613) Kalksteinschichten von gewaltiger Dicke. Aus solchem Nummulitenkalk sind u. a. die Pyramiden Ägyptens erbaut, — um die Zeit von Christi Geburt erwähnt schon der griechische Geograph Strabo, daß man in den Pyramidenstein eingebackene Linsen finde, angeblich versteinerte Reste von Mahlzeiten der Pyramidenerbauer. In Wahrheit sind die linsenähnlichen Nummuliten sehr viel älter und stammen aus Zeiten, da der Mensch, aller Wahrscheinlichkeit zufolge, überhaupt noch nicht auf der Erde sich entwickelt hatte. Das Bild zeigt rechts ein solches Stück Nummuliten-Kalkstein mit Längsschnitten aus den Pyrenäen in natürlicher Größe (Nummulites distans), links ein ebensolches Kalkstück mit Querschnitten aus den Karpathen (Nummulites Lucasanus). In der Libyschen Wüste liegen ähnliche Arten meilenweit in thalergroßen Exemplaren frei an der Oberfläche.

zum Himalaya wird nicht entgehen, daß hier eine ganz entschiedene Ähnlichkeit in der räumlichen Ausdehnung mit der Zone der Rudisten-Muscheln in der Kreide bemerkbar wird. Und diese Ähnlichkeit wird bestärkt durch den gewiß sonderbaren Umstand, daß, wie die Rudisten in der oberen Kreide auf einmal erobernd sich über ein ganzes Riesengebiet ausbreiten, um mit Schluß der Epoche spurlos zu verschwinden, so im unteren Tertiär die Nummuliten, die vorher kaum in winzigen Spuren sich andeuteten, rapid dasselbe große Areal jener Rudistenhochblüte sich aneignen, die größten Gesteinsschichten darin auftürmen, um dann genau ebenso rasch schon im Tertiär selbst zu verfallen. Heute lebt grade noch eine einzige Art der

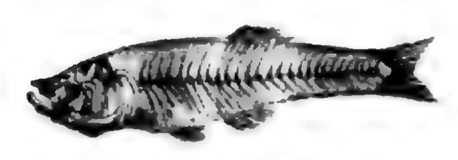
typischen Gattung Nummulites. Wieder sieht man sich gedrängt, für dieses alte Mittelmeer Geheimnisse zu wittern, die uns in solchen zoologischen Thatsachen zwar als bestehend angedeutet, aber nicht gelöst werden.

Gegenüber einer so grandiosen Sonderentfaltung von spezifischem Tertiärcharakter, wie sie diese Urtiere geliefert, tritt alles, was der Wirbeltierstamm bis zu den Säugetieren (allerdings nur bis zu diesen) in unserer Epoche geleistet hat, weit in den Hintergrund. In die Nummulitenzone selbst fallen ein paar berühmte Fundstätten eocäner Fische, der Monte Bolca bei Verona und der schwarze Dachschiefer von Glarus. Im Kalksteinschiefer des Monte Bolca liegen die Fische in schönen, dunkler gefärbten Abdrücken auf dem weißen und gelblichen Grunde, nahe bei den prächtigen Resten großer Palmen. Unser Bild zeigt als Probe daher einen Stachelflosser, die Bastard-Makrele Semiophorus velifer. Im ganzen sind an hundert Gattungen von dem einen Fundort beschrieben worden, darunter entsprechend dem Verlauf, wie er schon in der späteren Kreide sichtbar wurde, in überwältigender Zahl Knochenfische neben einigen Selachiern und nur zwei verspäteten Meer-Ganoiden. In den gleichzeitigen Süßwasserablagerungen Nord-Amerikas treffen wir Lepidosteiden und Amiaden aus dem Ganoidengeschlecht bereits außerhalb des Salzgebiets. Für das Oligocän bieten die Gipsmergel von Aix in Süd-Frankreich Süßwasserfische. Auch in Frankreich tritt jetzt ein Kahlhecht (Amia) jenes verdrängten Stammes (vergl. S. 569) im Gips des Montmartre auf.



Ein Fisch aus der Tertiär-Zeit:
der Semiophorus velifer aus dem Eocän vom Monte Bolca.
($^1/_2$ natürl. Größe. Nach Agassiz.)
Die Familie der Bastard-Makrelen (Carangidae), zu der er gehört, hat heute noch zahlreiche räuberische Vertreter in unsern Meeren.

Verwandte des abgebildeten kleinen Zahnkarpfen (Lebias Meyeri) liegen massenhaft in den Sedimenten von Aix. Von den kolossalen Haien (Carcharodon und andere Vertreter der Familie der Lamnidae oder Riesenhaie) der Tertiärmeere ist schon früher die Rede gewesen, ihre meist allein versteinerungsfähigen Zähne lassen auf die furchtbarsten Räuber schließen, die je auf Erden gelebt haben.



Ein winziger Fisch der Tertiär-Zeit, dessen Reste in ungeheuren Massen besonders im oligocänen Süßwassergips von Aix in der Provence liegen. Die dargestellte Art (Lebias Meyeri, natürl. (Größe) stammt aus Frankfurt a. M. Die Gattung gehört zu der noch heute besonders in den Tropen verbreiteten Familie der Zahnkarpfen (Cyprinodontidae).

Überraschend plötzlich sind im Tertiär die Amphibien, so wie wir sie heute kennen, da. Keine gepanzerten Riesen mehr mit Krokodilköpfen wie in der Trias, aber dafür echte Molche, Kröten und Frösche, das ganze lustige, nackthäutige Kleinvolk unserer Teiche und feuchten Waldgründe, das nur die Legende zu Schreckgestalten verzerrt hat, die wirkliche Naturbeobachtung aber als eines der harmlosesten, dem Menschen durch seine rastlose Insektenvertilgung unschätzbaren Geschlechter der Wirbeltiere erweist. Für das seltsamste tertiäre Amphibium muß man allerdings etwas weiter ausblicken, um die Analogie aus dem Leben zu finden. In klaren Quellbächen Japans birgt sich gegenwärtig noch der größte lebende Lurch der Erde, ein schwarzbraunes, unförmliches Scheusal von 1½ m Länge: der Riesensalamander (Cryptobranchus japonicus). Mancher Leser hat ihn vielleicht in einer unserer größeren Tiersammlungen flüchtig gesehen, — wie er denn z. B. in der einzigartig lehrreichen Galerie des Berliner Aquariums regelmäßig gehalten wird, aber in seinem matt erhellten, engen Becken, in dem er wie ein modernder Baumstamm träge daliegt, durchweg nicht viel Aufmerksamkeit zu erwecken pflegt. Diesem wunderlichen Gast aus einem wunderlichen Lande glich nun ein ungefähr ebenso großer Molch, der die miocänen Süßwasserseen des insektenreichen Öningen bei Konstanz am Bodensee (vergl. S. 611) belebte: der Andrias Scheuchzeri. Sein Bild ist bereits in unserm ersten Bande S. 43 mitgeteilt. Als das erste unvollständige Exemplar des alten Monstrums 1726 aus dem Öninger Kalk zu Tage kam, hatte man noch etwas naive Vorstellungen von dem Wert und Ursprung fossiler Reste. Scheuchzer deutete den Molch als Gebein eines Menschen, den die Sündflut hingerafft. „Wir haben," schrieb er in dem drolligen Stil seiner Zeit, „nebst dem ohnfehlbaren Zeugniß des göttlichen Wortes, so viel andere Zeugen jener allgemeinen und erschröcklichen Wasser-Flut, als viel Länder, Stätte, Dörffer, Berge, Thäler, Stein-Brüchen, Leim-Gruben sind. Pflantzen, Fische, vierfüssige Tiere, Unziefer, Muschelen, Schnecken ohne Zahl; von Menschen aber, so dahmals zu Grund gegangen, hat man biß dahin sehr wenig Überbleibselen gefunden. Sie schwummen

tod auf der oberen Wasser-Fläche und verfaulten und läßt sich von denen hin und wider befindlichen Gebeinen nicht allezeit schließen, daß sie von Menschen seyen. Dieses Bildniß, welches in sauberem Holtz-Schnitt der gelehrten und curiosen Welt zum Nachdenken vorliegt, ist eines von sichersten, ja ohnfehlbaren Überbleibseln der Sünd-Flut; da finden sich nicht einige Lineament, aus welchen die reiche und fruchtbare Einbildung etwas, so dem Menschen gleichet, formieren kann, sondern eine gründliche Übereinkunfft mit den Teilen eines menschlichen Bein-Gerüsts, ein vollkommenes EbenMaß, ja selbs die in Stein (der auß den Oningischen Stein-Bruch) eingesenkte Bein; selbs auch weichere Teil sind in natura übrig und von übrigen Stein leicht zu unterscheiden. Dieser Mensch, dessen Grabmahl alle andere Römische und Griechische, auch Egyptische oder andere Orientalische Monument an Alter und Gewüßheit übertrifft, präsentirt sich von vornen." Es ist dem Urmenschen Scheuchzers ergangen, wie es nachmals noch so manchem angeblichen Menschenrest der Tertiär-Zeit ergehen sollte: man hat ihn seiner Menschenwürde nur zu bald entkleiden müssen. Aus dem Sündflutzeugen wurde zuerst vor dem kritischer prüfenden Blick ein Fisch vom Geschlecht der Welse, dann (bei Peter Camper) eine Eidechse und endlich unter Cuviers sieggewohnter Hand ein Riesensalamander. Das Scheuchzer'sche Original, das Cuvier erst ordentlich aus dem Stein herausgearbeitet hatte, ist heute in Harlem. Es ist nicht das einzige geblieben, der Molch von Öningen kann gegenwärtig in Zürich, in London und noch an andern Orten in vortrefflichen Skeletten bewundert werden. In einem Exemplar der Seyfried'schen Sammlung zu Konstanz liegt eine 14 cm lange Larve. Koprolithen (Kotballen) mit Gräten beweisen, daß das breite Maul des alten Ungetüms ebenso nach Fischen schnappte wie das seines japanischen Nachkommen. In oder an denselben Süßwasserseen von Öningen hauste



Einzelner Zahn eines Riesenhaifisches der Tertiär-Zeit:
Carcharodon megalodon aus dem Pliocän von Malta.
Die einzige heute noch lebende Art dieser Gattung (C. Rondeletii) wird bis 12 m lang. Ihre Zähne sind 50 bis 60 mm hoch. Fossile Carcharodon-Zähne wie der abgebildete bringen es auf 150 mm Höhe, wonach man sich ein Bild von der Gesamtlänge jener tertiären Riesenhaie machen kann.

auch eine riesige Kröte, die Latonia Seyfriedi. Eine ganze Menge anderer Amphibien, durchweg den lebenden eng verwandt, sind aus allen Schichten des Tertiär schon vom Eocän an beschrieben worden, ein sehr großer Molch (Megalotriton) und die vollständigen Mumien von

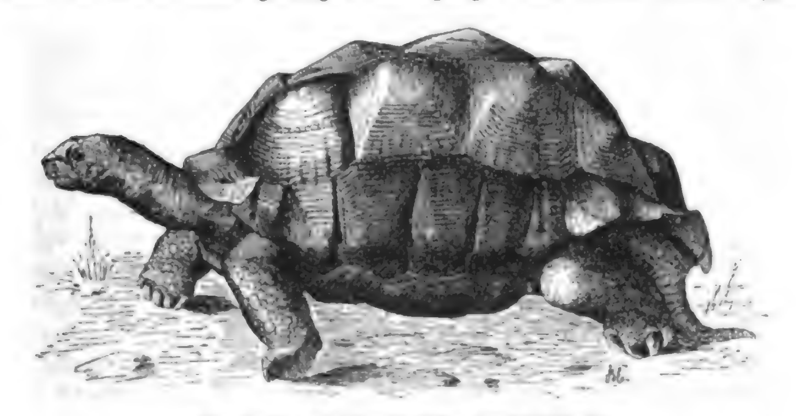


Der Panzer einer Riesenschildkröte aus der Tertiär-Zeit:
der Colossochelys Atlas aus dem Obermiocän der Sivalik-Hügel in Indien.
Diese kolossale Landschildkröte wurde gegen 20 Fuß lang, der Panzer allein mißt 12 Fuß in der Länge und 8 in der Höhe.
(Nach einer Original-Photographie des restaurierten Modells im Britischen Museum zu London.)

Fröschen aus dem oberen Eocän (Phosphoritenthon) von Quercy, Vertreter der ausgestorbenen Krötenfamilie der Palaeobatrachidae samt ihren Larven massenhaft in der Braunkohle des rheinischen Siebengebirges, und andere mehr.

Nachdem bei den **Reptilien** mit Schluß der Kreide die Fischsaurier, Dinosaurier, Flugsaurier und selbst der späte Versuch des Eidechsenstammes, die Mosasaurier, von der Weltbühne verschwunden waren, konnte dieser ganze Tierkreis nur mehr eine enge Rolle im Naturhaushalt spielen. Vor allem das Meer leerte sich von ihnen, da die letzten großen Räuber, in denen noch etwas von der Tradition der grimmigen Seedrachen lebte: die **Krokodile**, allmählich ganz ins Süßwasser gingen.

Einen flüchtigen Blick verdienen vom ganzen tertiären Reptilgeschlecht bloß die **Schildkröten**. Zum erstenmal erscheinen im Eocän die **Land-Schildkröten** (Chersidae). Eine lebende Landschildkröte, die schwarzgelbe Testudo graeca Süd-Europas, kennt wohl jeder. Will man aber lernen, was die Natur unter günstigen Bedingungen aus diesem kleinen Typus



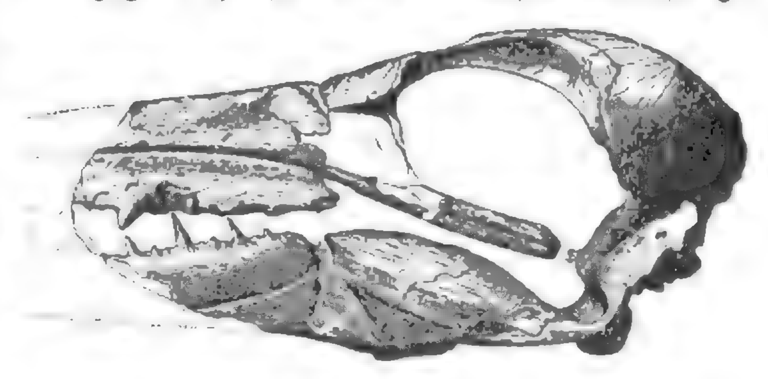
Eine heute noch lebende riesige Landschildkröte:
die Testudo elephantina von der Aldabra-Insel nördlich von Madagaskar.
Die Länge des Rückenschildes beträgt 110 cm und mehr. Ähnlich mag die ungeheure Colossochelys der Tertiärzeit, deren Schale gegenüber abgebildet ist, ausgesehen haben.
(Das Bild nach Günther.)

gemacht hat, so muß man die „Elefanten“ unter den Schildkröten, die Testudo elephantopus der Galapagosinseln und die Testudo elephantina der Maskarenen aufsuchen, hochgewölbte Kolosse mit über meterlangem Rückenschild. Beide Arten waren, als man sie entdeckte, auf einsamer unbewohnte Inselgruppen im Stillen und Indischen Ocean beschränkt, wo ihnen keinerlei Feinde nachstellten. Zwei Jahrhunderte erst des gelegentlichen Besuches europäischer Schiffe mit hungriger, nach Verproviantierung lüsterne, Mannschaft, dann der allmählichen Kolonisation haben genügt, um die schwerfälliger, wehrlosen Ungetüme auf den Maskarenen ganz auszurotten (die letzten Reste einer verwandten Art leben noch auf der Aldabra-Insel nördlich von Madagaskar) und auf den Galapagos-Inseln so zu decimieren, daß der totale Untergang auch hier nur eine Frage der Zeit ist. Die

isolierte Existenz so auffälliger Tiere auf ein paar festlandfernen oceanischen Inseln hat seit dem ersten Bekanntwerden stets zu denken gegeben. Erst die zunehmende Erschließung der Tertiärfauna hat dann die Augen dafür geöffnet, daß ähnliche, zum Teil noch viel größere Landschildkröten an den verschiedensten Orten einst auch die großen Kontinente bewohnt haben und im Landschaftsbilde der Tertiär-Zeit eine hervorragende Rolle spielen. In den obermiocänen Süßwasserablagerungen der Sivalik-Hügel Ost-Indiens finden sich die Knochen einer solchen tertiären Landschildkröte (Colossochelys Atlas), die auf ein Tier von 18—20 Fuß Länge, mit einem Panzer von etwa 12 Fuß Länge und 8 Fuß Höhe, deuten. Unser Bild zeigt (nach einer eigens für die Zwecke dieses Buches aufgenommenen Original-Photographie) die Schale in der Rekonstruktion des Britischen Museums zu London. Unwillkürlich wird man durch den Zufall, daß diese Reste grade in Indien an den Tag gekommen sind, an den indischen Mythus erinnert, der die Erde von einem Elefanten tragen läßt, der selbst auf einer ungeheuren Schildkröte ruht. Ähnliche Riesen haben aber im mittleren und späten Tertiär auch Europa bewohnt; aus den Pyrenäen stammt eine 1,20 m lange pliocäne Schale, bei Ulm sind zolldicke Panzerplatten gefunden worden. Zuletzt müssen Ungeheuer der Art noch bis in die Diluvial-Zeit hinein auf Malta gehaust haben, wo ihre Knochen neben denen von wunderlichen zwerghaften Elefanten und Nilpferden liegen. Grade diese Schildkröten von Malta ähneln vollkommen den heute noch überlebenden Arten auf den Galapagos-Inseln, — wobei man sich vergebens den Kopf zerbricht, welche Wanderungen und Schiebungen eine so seltsame geographische Verbreitung erklären sollen. Auf dem Festland von Australien hat bis in die Diluvial-Zeit hinein noch eine ganz absonderliche Riesenschildkröte gelebt, die (schon früher S. 393 einmal flüchtig erwähnte) Meiolania, deren Schädel im Britischen Museum allein eine Breite von beinahe zwei Fuß besitzt und neun vorspringende Knochenzapfen trägt, die das lebende Tier wohl zu der bizarrsten aller Schildkröten gemacht haben müssen und sie würdig einreihen unter die vielfachen zoologischen Wunder dieses Erdteils.

Zahlreich sind die Reste von Vögeln aus dem Tertiär. Zumal Sumpf- und Schwimmvögel, deren Knochen und Eier in Ablagerungen des Süßwassers erhalten blieben. Die Zeit der ganz abnormen Gestalten ist allerdings auch hier vorüber. Was uns die Kreide nur in Andeutungen verriet, sehen wir bereits im Eocän als vollzogene Thatsache: der heutige Vogeltypus, im Grundwesen so einheitlich, in den kleinen Anschmiegungen an die tausend Bedingungen des Daseinskampfes aber so unendlich variiert, ist bereits ganz auf dem Plan. Noch zeigt der im Bilde vorgeführte Odontopteryx aus dem Londonthon sägeartige Zacken am Schnabelrand, in denen man das Erbe jener echten Bezahnung der Kreide erblicken mag,

und der verwandte große Argillornis derselben Fundstelle weist sogar direkt noch ein paar seichte Zahnhöhlen ähnlich dem alten Fischvogel von Kansas. Aber das ist auch der letzte Nachklang eines Merkmals der Sekundär-Zeit. Die beiden englischen Vögel zählen ihrem Gesamthabitus nach unbedingt zu den Sturmvögeln (Tubinares), denen unser gewaltiger Albatros, der unentwegte Luftsegler der entlegensten Meeresöde, angehört. In der Menge der sonstigen älteren Tertiärvögel sind eigentlich nur zwei Dinge noch auffällig. Einmal die vielfach wiederkehrende beträchtliche Größe. Da ist der Gastornis des unteren europäischen Eocän (z. B. von Reims), ein Vogel von Straußenhöhe, der aber doch so viel Verwandtes mit den Enten hat, daß man zögert, ihn für einen wirklichen Straußvogel zu halten. Weit gigantischere Formen sind aber neuerdings von der südlichen Halbkugel beschrieben worden. In den patagonischen Eocänschichten von Santa Cruz liegen neben den Resten einer überaus sonderbaren Säugetierfauna die Skelette zahlreicher Riesenvögel, unter denen **Baptornis Burmeisteri** über 3 m hoch geworden sein soll. An mehreren Stellen haben sich solche Ungetüme, teils den heutigen Straußen, teils den Sumpf- und sogar den Raubvögeln (Harpagornis) nahestehend, über das Tertiär hinaus, ja selbst direkt bis in die historische Zeit hinein erhalten (Neu-Seeland, Madagaskar). Es wird sich unten noch Gelegenheit finden, auf sie zurückzukommen. Auch ein Pinguin von 4—5 Fuß Höhe ist aus dem Eocän von Neu-Seeland bekannt geworden (Palaeeudyptes). Ein zweiter merkwürdiger Punkt in dem Gesamtbilde der Tertiärvögel betrifft ihre Verbreitung. Vögel, die wir heute gewöhnt sind, erst in der warmen, ja der tropischen Zone anzutreffen, hausten in Masse in den nördlichen Gegenden. Nicht nur die Ufer des miocänen Süßwassersees der heutigen Limagne in Südfrankreich (Departement Allier, etwa unter dem Breitengrad von Genf) belebten Pelikane, Ibisse und Flamingos, sondern sogar die Gewässer von Weisenau bei Mainz und die Sümpfe von Steinheim in Württemberg, wo jene variantenreiche Schnecke Planorbis multiformis sich barg. Der miocäne Süßwasserkalk von Nördlingen enthält eine ganze



Rest des Schädels eines Vogels der Tertiär-Zeit mit sägeartig gezähntem Schnabel
aus dem Londonthon von Sheppey in England.
Dieser Vogel (Odontopteryx toliapicus) besaß keine echten Zähne mehr wie Ichthyornis (S. 586), weicht aber doch durch seine seltsamen Zacken am Schnabel von den heute lebenden Vögeln stark ab. Wahrscheinlich war er ein Sturmvogel wie unser Albatros.
(In 2/3 der natürl. Größe nach R. Owen.)

Schicht, die bloß aus Haufen von Knochen, Nestern und Eiern hauptsächlich eines Pelikans besteht, der hier offenbar seine Brutplätze hatte. Das ist aber noch nichts gegen die Thatsache, daß in Frankreich miocäne Reste gefunden worden sind von Papageien (aus der Verwandtschaft unseres allbekannten centralafrikanischen Graupapageien oder Jako, Psittacus erithacus), Trogons, jenen herrlich goldgrün schimmernden Vögeln Mexikos und Süd-Amerikas, und Vogelarten aus der Verwandtschaft unserer Nashornvögel (Bucerotes) und Bananenfresser (Musophagidae). Mit dem Pliocän, in dem (wie schon oben erwähnt worden ist) die Temperatur in Nord-Europa mehr und mehr sank, verschwinden diese Tropenformen natürlich vollkommen, und mit der Eis-Zeit nahen umgekehrt Vögel von ausgesprochen hochnordischem Typus, wie der noch in unserm Jahrhundert auf Island und Grönland erhaltene, jetzt aber auch dort ganz ausgerottete Riesenalk (Alca impennis), dessen Knochen massenhaft in den Torfmooren Nord-Europas liegen.

Wir kehren nach diesem kurzen Rundblick auf den Rest der Tierwelt zu der Gruppe zurück, die oben als die eigentlich handelnde der Tertiär-Epoche bezeichnet ist: zu den Säugetieren. Es ist diesmal, da uns eine längere, umfassende Schilderung des ganzen entscheidenden Heraufgangs vom Beuteltier bis zum Menschen obliegt, notwendig, daß mit ein paar einleitenden Worten dem Hörer das Bild der lebenden Säugerwelt in seiner systematischen Gliederung deutlich gemacht wird. Seit den Zeiten Linné's, der anfänglich mit fünf, später mit acht Säugerordnungen auszukommen glaubte, hat sich da manches verschoben. Ohne in die Details der vielfach noch schwankenden neueren Systematik einzudringen, hier im Umriß nur so viel. Nach dem, was schon in dem Kapitel über die Trias gesagt ist, wird der Leser begreifen, wenn zunächst durch die ganze Masse der hierher gehörigen Formen ein Schnitt gezogen wird, der die eierlegenden Schnabeltiere abtrennt. Mit ihnen ist nicht eine einfache Ordnung, sondern eine Unterklasse gegeben, die sich dem gesamten Rest gleichwertig gegenüberstellen läßt. Das Verhältnis ist zwar, was die Artenzahl anbetrifft, ein ungeheuerlich ungleiches, da auf noch nicht ein halbes Dutzend lebende Schnabeltiere auf der einen Seite drüben weit über zweitausend andere Säuger kommen. Aber wir haben bereits gesehen, daß diese paar Schnabeltiere der zusammengeschmolzene Rest einer Stammgruppe sind, deren Blüte wahrscheinlich schon in der Trias- und Jura-Zeit, wenn nicht noch früher lag, und von der es überhaupt beinah als ein Wunder anzusehen ist, daß sie sich in einem verlorenen Erdwinkel in solchen letzten Mohikanern konservieren konnte bis auf diesen Tag.

Ist dieser erste Radikalschnitt einmal vorgenommen, so zeigt sich alsbald, daß in dem Gros der 2000 (2300 werden konventionell heute als Gesamtziffer der Säuger gezählt, es sind aber schon mehr) zur Rechten abermals

eine Gruppe sich allen andern entgegensetzt: die Gruppe der Beuteltiere. Die Beuteltiere legen zwar keine Eier mehr wie die Schnabeltiere, aber ihre früh und unreif geborenen Jungen entbehren im Mutterleibe gänzlich jener merkwürdigen Bildung, die als Mutterkuchen oder Nachgeburt (Placenta) zwar allgemein bekannt ist, von den Laien aber in ihrer Bedeutung durchweg ganz und gar nicht gewürdigt wird. Die Figurenreihe auf S. 416 zeigt, wie der Embryo (Keim im Mutterleibe) eines höheren Säugetiers sich in seinen Eihüllen entwickelt. Dieses Bild muß zum Verständnis des Folgenden noch einmal aufgeschlagen werden. Man sieht an den grob gezeichneten Durchschnitten 1—4 (besonders an der Figur 4), wie der (tiefschwarz markierte) Embryo nach und nach auf zwei eigentümliche Säcke zu liegen kommt: den Dottersack und die sogenannte Allantois, von denen der eine, der Dottersack, aber bald (Fig. 5) ganz zusammenschmilzt und belanglos bleibt (vergl. die Bildunterschrift S. 416), während der andere, die Allantois, mit der großen zottigen Eihülle verwächst. Dieses Verwachsen ist von entscheidender Wichtigkeit für die Ernährung des Embryo. Indem die Blutgefäße der Allantoiswand, die unmittelbar mit dem Embryo in Kontakt sind, in die Zotten der Eihülle hineinwachsen, kommen sie in nächste Berührung mit Blutgefäßen der Mutter, die an der Innenfläche des mütterlichen Fruchthalters (Uterus) sich reichlich entwickeln und die Zotten der Eihaut umschließen oder sogar direkt mit diesen unlösbar verknüpft sind. Ohne daß grade das Blut des Embryo mit dem Blute der Mutter sich direkt mischte, findet doch zwischen diesem und jenem durch die durchlässigen Gefäßwände ein Stoffaustausch statt, der zur Ernährung des Embryo genügt. Erst im Moment der Geburt, da der Embryo sich aus allen Hüllen und dem mütterlichen Fruchthalter selbst herauswindet, hört diese Art der Nahrungsübertragung auf, und die Vermittelungsstelle mit ihren Blutgefäßen wird als Nachgeburt (Placenta) abgestoßen, — wobei der Prozeß in der Weise bei den höheren Säugergruppen verschieden ist, daß bei den einen die ganze Placenta, also sowohl die betreffenden Zotten und Blutgefäße des Embryo wie die eng in die Zotten verwickelten Gefäße des mütterlichen Uterus als Nachgeburt oder Mutterkuchen ausgeschieden werden, während bei den anderen nur das Stück, das eigentlich zum Embryo gehört (also nur die kindliche Placenta), sich ohne Verletzung und Blutung der Mutter einfach ablöst und mit heraustritt.

Es ist mit Absicht hier immer von höheren Säugetieren die Rede gewesen. In der That ist von dieser vortrefflichen Ernährungseinrichtung für den ungeborenen Embryo durch eine Placentabildung nur zu reden bei denjenigen Säugetieren, die ihre volle Embryonalentwickelung im Mutterleibe durchmachen, also lange und nachhaltige Ernährung dieser Art brauchen. Völlig in Fortfall bleibt sie bei den niedrigsten, eierlegenden Säugern, den Schnabeltieren. Aber auch die Beuteltiere, deren Junge schon als

Embryo im wahren Sinne und höchst unfertig den Uterus der Mutter verlassen, um im Beutel äußerlich geschützt, sogleich durch Aufsaugen der Muttermilch sich selbst zu ernähren, zeigen keinerlei Placenta-Bildung. Und das trennt sie fundamental von dem ganzen Rest der lebendig gebärenden Säuger. Obwohl nicht mehr eierlegend, erscheinen doch auch sie noch als unvollkommene Säugetiere eines niederen Grades. Man wird also am besten thun, statt zwei drei Unterklassen der Säuger zu bilden, die stufenweise ansteigen: die Schnabeltiere, die Beuteltiere und dann als dritte erst den Rest der Säugetiere, der nach jenem guten Merkmal mit Fug und Recht jetzt die Unterklasse der Placentaltiere getauft werden darf.

Da auch die Beuteltiere heute an Zahl sehr zusamengeschrumpft sind und noch nicht hundertfünfzig Arten ausmachen, so bleiben uns die oberen zweitausend als Placentaltiere immer noch reichlich beisammen. Einen weiteren Einschnitt von solcher Bedeutung wie die beiden gemachten lassen sie nicht mehr zu. Der Rest zergliedert sich am besten nur mehr in Ordnungen, deren man allerdings eine ziemliche Reihe zählen kann. Die oberste kennen wir alle: sie umfaßt (im reinen Zahlensinne noch ärmer als die unterste Unterklasse, die Schnabeltiere) die einzige Gattung Mensch. Aufs allernächste mit ihr durch auffällige Merkmale verknüpft ist die zweite, die der Affen (Simiae), die ebenfalls als allbekannt vorausgesetzt werden darf. Weiterhin werden dem Laien im Umriß mindestens anschaulich sein die Raubtiere (Carnivora), die Fledermäuse (Chiroptera), die Nagetiere (Rodentia). Etwas verwickelter ist schon der Begriff der Huftiere, obwohl das Wort uns allen geläufig ist. Ein Hirsch und ein Elefant sind beides Huftiere im weiten Sinne, aber der Unterschied im Gesamtbilde ist so enorm, daß er auch dem ganz Naiven auffallen muß. So hat man denn hier das landläufige Wort schließlich für die Systematik wirklich fallen lassen müssen und unterscheidet vier Einzelordnungen. Erstens die Paarhufer. Der Name ist nicht so zu verstehen, als wenn alle diese Tiere bloß ein Paar Hufe hätten. Obwohl bei allen eine von den normalen fünf Zehen verkümmert ist, können doch die vier übrigen voll mit Hufen entwickelt sein, so daß zwei Paare da sind. Man muß also das Wort deuten im Sinne von Huftieren, die stets Hufe in grader Zahl besitzen: entweder zwei oder vier, nie fünf oder gar bloß einen. Das drückt denn auch der lateinische Name Artiodactyla (vom griechischen artios = gradzahlig und dactylos = Zehe) treffend aus. Es gehören zu diesen Gradhufern oder Paarhufern die Nilpferde, die Schweine und die Wiederkäuer (Ochsen, Schafe, Antilopen, Hirsche, Giraffen, Moschustiere, Zwerghirsche und Kamele). Als zweite Ordnung, die aus der alten Sammelrubrik Huftiere sich logisch heraussondert, gelten die Unpaarhufer (Perissodactyla, von perissos = ungrade). Sie besitzen bald nur drei

huftragende Zehen, bald vorne vier und hinten drei, bald gar nur eine einzige. Hierher zählen die Nashörner, die Tapire und die Pferde.

Eine besondere Ordnung hat man für den Elefanten errichten müssen. Lange Zeit wollte man aus ihm und den Nashörnern, Nilpferden, Tapiren und Schweinen eine Ordnung der „Dickhäuter" konstruieren, diese haltlose Kunstschöpfung ist aber bald zusammengebrochen, — aus Gründen, die uns unten noch näher treten werden. Die Elefantenordnung wird am besten wohl als die der Rüsseltiere (Proboscidea, von proboscis, Rüssel) bezeichnet. Nach alle diesem hinkt aber nun immer noch ein Tier nach, das vorne vier Hufe, hinten aber zwei und eine Kralle trägt. Der Laie kennt es kaum: es ist der „Saphan" der Bibel, heute Klippdachs (Hyrax) genannt, ein Geschöpf vom Ansehen etwa eines Murmeltieres, das anatomisch so voller Sonderbarkeiten steckt, daß man endlich auch ihm ganz allein eine Ordnung bewilligen mußte, die folgerichtig als die der Klippdachse (Hyracea oder Hyracoidea) zu bezeichnen ist nach ihrem einzigen Vertreter. Die Säugerordnungen, die jetzt noch übrig bleiben, gehören zu den am schwersten definierbaren. Einige davon werden möglicherweise mit der Zeit noch in mehrere zerspalten oder ganz abgeschafft werden müssen. Die meisten enthalten fremdartige, dem Laien durchweg völlig unbekannte Tiere. Am bekanntesten noch wenigstens hinsichtlich ihrer wichtigsten Mitglieder ist die Ordnung der Insektenfresser (Insectivora). Zu ihr zählen drei unserer drolligsten einheimischen Tiere, die der Unkundige sich allerdings wohl immer bei den Nagetieren eingereiht hat: der Igel, der Maulwurf und die (von der echten Maus streng geschiedene) Spitzmaus. Relativ bekannt sind auch dem äußeren Bilde nach gewisse zu weiteren Ordnungen führende Säuger, die insgesamt wegen ihrer wunderbaren Anpassung an das Wasserleben als „Fischsäugetiere" bezeichnet zu werden pflegen. Bei genauerem Zusehen geht es aber nicht an, sie sämtlich in einer so getauften Ordnung wirklich systematisch zu vereinigen. Es bergen sich hinter der gemeinsamen Wasseranpassung mindestens drei geschlossene Gruppen. Zuerst die Flossenfüßer (Pinnipedia), die mit einem gangbaren Namen auch als Seehunde bezeichnet werden können. Dann die ganz fischähnlichen Waltiere oder Walfische (Cetacea), zu denen außer den echten kolossalen Walfischen und Pottfischen auch die Delphine gehören. Endlich die Seekühe (Sirenia), ungeschlachte, grasfressende Geschöpfe, die nur an ein paar Orten der Erde teils im Salzwasser (Rotes Meer und Indischer Ocean), teils in Flüssen (z. B. im Amazonenstrom) ein verborgenes Leben führen. Den Schluß der ganzen Reihe der Säugerordnungen bilden die beiden rätselhaftesten Gruppen: die Zahnarmen (Edentata), eine vorerst noch ganz konfuse Gesellschaft, in die man die Faultiere, Schuppentiere, Gürteltiere, Ameisenbären, Erdferkel und Gürtelmäuse einstweilen hineingepfropft hat, ohne eine rechte Einheit herauszubringen, — und die Halbaffen (Prosimiae), ebenfalls

eine Vereinigung zum Teil ganz verschieden gearteter Tiere, die hauptsächlich Inseln des Indischen Oceans (Madagaskar, Ceylon, Sunda-Inseln) bewohnen, auf Bäumen klettern wie die Affen, mit Affenmerkmalen aber die widersprechendsten Kennzeichen anderer Ordnungen in sich vermischen.

Diese fünfzehn Ordnungen der Placentaltiere umfassen wohlgemerkt nur die heute noch lebenden Formen. Allerdings gliedern sich die ausgestorbenen Formen, die mit einer problematischen Ausnahme sämtlich dem Tertiär angehören, zum größeren Teil den fünfzehn ein. Wir werden aber bei unserer nachfolgenden Betrachtung finden, daß bei einer bestimmten beschränkten Reihe hiervon keine Rede sein kann. Die Vorwelt liefert mindestens noch sechs (besser sieben) Ordnungen, die heute vollkommen ausgestorben sind: vier aus der Region der Huftiere (Condylarthra, Amblypoda, Toxodontia und Typotheria), eine den Nagetieren (vielleicht) entfernt genäherte (Tillodontia) und eine, die irgendwie mit den Raubtieren zusammenzuhängen scheint (Creodontia). Wahrscheinlich wird man auch noch neben den Halbaffen eine Ordnung halbaffenartiger Tertiärtiere (Pachylemuria) einschieben müssen. Vertreter aller dieser Ordnungen werden wir unten näher zu Gesicht bekommen, wobei sich der Leser auf Tiere gefaßt machen darf, die sonderbar genug sind. Daß die Entdeckung ganz neuer Ordnungen in den Fossilresten des Tertiär von der allergrößten Bedeutung sei, erhellt sofort, wenn wir uns erinnern, daß ja als Kern unserer ganzen Betrachtung der Stammbaum der Säugetiere sich allmählich herausschälen soll. Die Mehrzahl der lebenden Ordnungen ist aber in sich so geschlossen, daß nur ganz vage Andeutungen über die Stammesverwandtschaften, in denen eine sich der andern verknüpfen könnte, erkennbar werden. Jedes neue Material aus der paläontologischen Überlieferung kann da unschätzbaren Wert gewinnen. Und in der That ist schon das, was uns heute hier zu Gebote steht (uns, die wir doch im Grunde erst in den Anfängen einer systematischen Ausbeutung der Erde zu paläontologischen Zwecken stecken!), gradezu überwältigend.

Wir wollen, um von diesem schwierigen Gebiet ein möglichst anschauliches Bild zu gewinnen, zunächst einen allgemeinen Orientierungsgang durch die Gesamtausbeute des Tertiär, gegliedert nach den wichtigsten Zeitabschnitten und Fundstätten, unternehmen. Nachher soll uns dann eine Fülle von Bildern nach den besten Originalen den Stoff zu einer Reihe von Einzelbeschreibungen der auffälligsten und entwickelungsgeschichtlich lehrreichsten Tiertypen, die dabei aufgetaucht sind, darbieten.

Der Leser erinnert sich, daß wir in der Trias-Formation die ersten Säuger auftreten sahen. Es waren zunächst gewisse sehr tief stehende Formen, die als Gruppe der Vielhöckerzähner (Multituberculata) bezeichnet wurden. Von allen heute lebenden Säugetieren können in ihre Nähe

höchstens die Schnabeltiere gebracht werden, und wenn wir diesen im Sinne des oben angedeuteten Systems den Rang einer Unterklasse einräumen wollen, so mögen in diese denn als zweite Ordnung auch die Multituberkulaten kommen. Daneben wies die Trias in Dromatherium ein Tier, das wenigstens von einigen scharfen Beurteilern bereits den Beuteltieren beigeordnet wird. Im Jura blieb es bei Multituberkulaten und Beuteltieren, — letztere waren jetzt zweifellos in Formen entwickelt, denen der heutige Ameisenbeutler noch entspricht. (Ältester Zweig der Trituberculata.) Ob Reste von Placentaltieren aus der Ordnung der Insektenfresser vorlagen, blieb sehr undeutlich. Die Kreide änderte im ganzen noch immer nichts. Unter den Beuteltieren traten die Ahnen der heutigen Beutelratten (Didelphyidae) deutlicher hervor. Der Rest eines Placentaltiers aus der heute verschwundenen Ordnung der Tillodontier (Stagodon) blieb abermals zweifelhaft. So konzentrierte sich das höchste Interesse aufs Eocän, ob hier endlich diese dritte, wichtigste Unterklasse der Säuger mit einer ersten ihrer langen Reihe von Ordnungen unbestritten erscheinen werde. Wichtig war, daß jene Multituberkulaten- und Beutlerfauna der Sekundär-Zeit gradezu über die ganze Erde gleichmäßig ausgebreitet gewesen zu sein schien. Sollte also, wie es im darwinistischen Sinne wahrscheinlich sein mußte, die Placentalfauna sich aus ihr entwickelt haben, so konnte theoretisch jeder beliebige Erdteil als Centrum solcher Entwickelung in Frage kommen, von einem planmäßigen Suchen in bestimmter Gegend war nichts zu hoffen. Lange Zeit aber schien es, als sollte aus den untersten Eocänschichten überhaupt nirgendwo etwas an hierher deutenden Resten zu Tage kommen. Erst in den letzten Jahren ist es an zwei Stellen der Erde geglückt, die alteocäne Säugerfauna aufzufinden. Lemoine hat sie aufgedeckt bei Cernays in der Umgegend von Reims, Cope in Nord-Amerika, wo sie in den sogenannten Puercoschichten von Neu-Mexiko erhalten ist. Beide Fundstellen liefern eine im Gesamtbilde überaus gleichartige Tierwelt. An beiden Orten lebten noch Multituberkulaten wie in der Sekundärzeit. Daneben aber unanzweifelbare Placentaltiere in großer Menge. Und zwar Vertreter von sechs Ordnungen. Unter diesen ist nur eine direkt heute noch erhalten: es ist bezeichnenderweise die kleine, schon im Jura vage angedeutete der Insektenfresser. Die Reste deuten auf ganz niedrig stehende Formen (Adapisorex) weit unter dem Niveau der heutigen Igel oder Spitzmäuse. Die fünf andern Ordnungen aber sind die heute total verschwundenen der Creodontia, Condylarthra, Amblypoda, Pachylemuria und Tillodontia. Die letzte, die der Tillodontia, ist nur in Neu-Mexiko vertreten, was aber auf einer zufälligen Lücke in der weit schlechter erhaltenen Überlieferung von Reims beruhen kann. Darwinistisch ist es nun gewiß schon interessant, daß von sechs Ordnungen hier volle fünf vorkommen, die heute nicht mehr existieren, also

40*

wohl rein theoretisch dem Verdacht unterliegen, Stammgruppen der späteren, jetzt noch lebenden Ordnungen zu sein. Dieser Verdacht wird in hohem Grade bestärkt durch die anatomische Beschaffenheit der sämtlichen Vertreter dieser fünf Ordnungen. Die Creodontia machen ganz und gar den Eindruck, daß sie die wirkliche Stammgruppe der Raubtiere bilden. Die Condylarthra sind so gut wie sicher die Ahnen unserer Unpaarzeher unter den Huftieren, vielleicht auch die der Paarzeher. Den Ahnen von Huftieren, diesmal vielleicht denen der Elefanten (Rüsseltieren), irgendwie nahe stehen jedenfalls auch die Amblypoda. Und die Pachylemuria sind nach der Ansicht von sehr guten Autoritäten die Urform sowohl unserer heutigen Halbaffen, wie auch der (im Menschen gipfelnden) wirklichen Affen. Ob auch noch die Tillodontia in einem Stammesverhältnis stehen zu den lebenden Nagetieren ist eine schwierige Streitfrage, es ist aber mindestens nicht ganz ausgeschlossen.

Hier hätten wir also entwickelungsgeschichtlich schon einen überaus wichtigen Ausblick. Die Sache wird aber noch viel merkwürdiger, wenn man die Vertreter dieser fünf alten Ordnungen untereinander vergleicht. Alle fünf haben noch mehr oder minder lange fortbestanden und in den folgenden Schichten scharf ausgebildete Reste hinterlassen. Dabei wird nun für vier wenigstens, die Creodontia, Condylarthra, Amblypoda und Pachylemuria, klar, daß sie, je weiter man zurückgeht, untereinander immer ähnlicher werden. Ihre ältesten bekannten Vertreter — eben die aus Cernays bei Reims und aus Neu-Mexiko — sind sich untereinander derartig ähnlich, daß man, wenn sie allein vorlägen, Anstand nehmen würde, sie überhaupt als Vertreter verschiedener Ordnungen anzusehen. „Wäre es möglich," sagt Zittel, „den Tiergestalten der Cernays- und Puerco-Periode Leben einzuhauchen und sie unter unsere heutige Säugetierfauna zu versetzen, so würde vermutlich jeder Zoologe die damaligen Creodontia, Condylarthra, Pachylemuria und Amblypoda in eine einzige, einheitliche Ordnung zusammenbringen, obwohl sie unzweifelhaft die primitiven Vorläufer von vier nachmals stark differenzierten Gruppen darstellen. Hätten sich die alteocänen Säugetiere nicht weiter entwickelt und differenziert, so würde man vermutlich unter den placentalen Säugetieren nur zwei Ordnungen unterscheiden, wovon eine die Tillodontia, die andere alle übrigen Formen enthielte." Der große Paläontologe setzt hinzu, daß „dieses Zusammenwachsen verschiedenartiger Stämme in eine gemeinsame Wurzel eines der stärksten Argumente der Deszendenztheorie" bilde.

In der That ist das Faktum von höchstem Wert. Wir erhalten Einblick in eine uralte Mischgruppe, der eine ganze Reihe großer späterer Placentaltier-Stämme als gemeinsamer Basis entsprossen sind. Aber es bleiben, wie wir daneben nicht vergessen dürfen, trotz dieses Sieges von Cernays und Neu-Mexiko zwei Probleme ungelöst. Zunächst sehen wir

zwar den Stammbaum der Placentaltiere sich nach unten zu enorm vereinfachen, aber wir sehen dabei noch keineswegs seine eigentliche Wurzel. So kolossal getrennte Ordnungen, wie die heutigen Raubtiere, Affen und Huftiere, laufen nahezu oder ganz auf einem Punkt um die Wende von der Kreide zum Eocän zusammen — das wird ungefähr deutlich; aber damit ist noch in keiner Weise deutlich, woher nun jener Ausgangstypus selbst (und neben ihm der der Tillodontier und, falls man ihn gesondert halten will, der der Insektenfresser) stammen soll — mit andern Worten: wir sehen weder in Cernays noch in Neu-Mexiko einen Übergang etwa von einem Beuteltier zu einem jener Ur-Placentaltiere der besprochenen Art. Die Vermutung drängt sich auf, daß wir hier zwar der ältesten Plancentalfauna sehr nahe sind, daß wir aber die eigentliche Umwandlungsstätte doch noch wo anders suchen müssen. Das berührt sich dann in ergänzender Weise mit dem zweiten Problem, das in der seltsamen Thatsache steckt, daß uns diese alte Fauna gleichzeitig in Amerika und in Europa entgegentritt. Wo war ihre eigentliche Heimat und an welchem der beiden Orte war sie nur eingewandert? Die Formen sind sich so direkt verwandt, daß die Hypothese dabei wohl nicht erörtert zu werden braucht, ob nicht in jedem der beiden Erdteile unabhängig aus Beutlern diese Placentalfauna sich entwickelt haben könnte: eine Parallelentwickelung bis in solche spezialisierten Formen hinein muß schlechterdings als ausgeschlossen erscheinen. Nur das bleibt natürlich als Möglichkeit, daß beide Faunen von einem dritten Ort her, dem eigentlichen Entstehungsheerd, wo denn auch jene hypothetischen Übergangsformen von den Beuteltieren her liegen müßten, eingewandert seien. Die amerikanische Fauna von Neu-Mexiko ist viel reicher als die europäische von Cernays, aber das scheint lediglich am Fundort zu liegen. Immerhin giebt es allgemeine Gründe, die man dafür anführen könnte, daß Cernays von Neu-Mexiko her bevölkert sei. In der Folge des Tertiär sehen wir ein unablässiges großes Wandern amerikanischer Tierformen nach Europa. Es geschah das später wesentlich über die nordatlantische Landbrücke. (Vergl. die Karte.) Um die Wende von der Kreide zum Eocän kommt aber wahrscheinlich auch die direkte Verbindung von Mittel-Amerika und Süd-Amerika nach der alten Welt, zunächst Nord-Afrika, noch in Betracht. Einwanderung aus Nord-Amerika nach Süd-Europa haben wir ebenfalls in der Kreide bei den höheren Blütenpflanzen (Angiospermen) gesehen. An sich ist es wenig glaubhaft, daß ein so unruhiger, eigentlich nur durch eine Anzahl schwankender Inseln erst angedeuteter Kontinent wie das Europa der Kreide-Zeit die Stätte eines so nachhaltigen Aufschwungs landbewohnender Tiere gewesen sein sollte. Aber wenn nun Cernays bloß eine Kolonie von Neu-Mexiko war, war dann das wahre Entwickelungscentrum der Placentalier in Nord-Amerika? Oder waren sie auch dort nur eingewandert, — wenn auch früher als in Europa? Hier türmt sich vorläufig eine Schranke auf, genau wie

oben bei den Angiospermen der Kreide. Keinerlei Anhaltspunkt führt weiter. In dem geschichtlichen Nebel zwischen den alteocänen Puercoschichten von Neu-Mexiko und der Kreide etwa jener Laramieschichten von Dakota und Wyoming, die bloß Multituberkulaten und Beuteltiere lieferten, verschwimmt die allererste Phase der Entwickelung der höchsten Unterklasse der Säuger noch vollkommen für den gegenwärtigen Stand der Forschung, und wir müssen uns einstweilen zufrieden geben, wenigstens durch jene Faunen von Neu-Mexiko und Reims ein gewaltiges Stück im Zusammenschluß der Placentaltiere gegen jene dunkle Stelle hin und damit der Vereinfachung des Problems vorwärts gerückt zu sein. Versuchen wir es einstweilen, unter Respektierung der Lücke nach unten, nach oben hin wenigstens immer entscheidender weiter zu kommen.

Die nächst höhere Zone des älteren Eocän liefert spärliche Säugerreste im Londonthon und im plastischen Thon und Lignit des Pariser Beckens für Europa, reichliche dagegen abermals in Nord-Amerika. Dieses alttertiäre Nord-Amerika bildet eine herrliche Fundstätte fossiler Säuger an der andern. Das begünstigte Terrain dazu lag in Süßwasserseen, die die im Tertiär große Teile des Kontinents durchsetzten. Wir haben gesehen, wie noch in der späteren Kreide eine ausgedehnte Wasserfläche über weiten Gebieten Nord-Amerikas stand. Mit dem Umschwung zum Tertiär kam sie langsam außer Kontakt mit dem Meer und verwandelte sich in Brackwasser. Als dann die großen Bewegungen in der Erdrinde sich langsam anbahnten, die schließlich zur Auftürmung der riesigen Ketten der Felsengebirge und des Wahsatch-Gebirges führten, zerfiel nach und nach der große Wasserspiegel in einzelne Süßwasserseen. An ihren sich langsam verengenden Sumpfufern tummelte sich jetzt die reiche Säugerwelt, wobei für das ältere Tertiär wesentlich der Raum zwischen Felsen-Gebirge und Wahsatch-Gebirge, den der Rio Colorado und der Green River gegenwärtig entwässern, wichtig wurde. Heute ist die Gegend eine dürre Tafellandschaft mit den gelben Farben der Wüste. „Bad lands“ (das schlimme Land) heißt bezeichnenderweise ein Teil davon. Dort sind die tertiären Mergel- und Sandschichten zu grotesken Ruinen, Türmen und Obelisken ausgenagt. Zwischen ihren schroffen Abstürzen aber hat die Erosion auch die Knochen der alten Säuger freigelegt, unermeßliche Schatzgruben für den kühnen Pionier der Forschung, der unbekümmert um die Unbilden der Witterung und die Angriffe feindseliger Indianerstämme in die vegetationslose Öde vordringt. Wie für das älteste Eocän die sogenannten Puercoschichten, so sind für die nächst höhere Zone die sogenannten Wahsatchschichten als wichtigste Fundstelle hervorgetreten. Der Binnensee zwischen den beiden Gebirgen war damals noch eine einheitliche Fläche von bedeutender Ausdehnung. Die Säugerfauna seiner Ufer, die ihre Parallele in den anfangs genannten südenglischen und Pariser Sedimenten

findet, war entschieden fortgeschritten gegenüber der aus den Puercoschichten und aus Cernays. Vollkommen verschwunden sind die Schnabeltierverwandten, die Multituberkulaten, sie kommen fortan nie wieder. Von neuen Ordnungen sind jetzt unverkennbar da die Nager, neben denen die Tillodontier aber weiter bestehen. Unter den Creodontiern zeigt sich ganz in dem Sinne, der hier die Ahnengruppe der heutigen Raubtiere sucht, eine wachsende Hinneigung zu dem echten Raubtiertypus. Desgleichen sondern sich von den Condylarthren schon eine Anzahl echter Unpaarhufer, und auch zwei noch sehr primitive Paarhufer treten auf. Die Amblypoden weisen eine ihrer charakteristischsten Formen, Coryphodon, nach der man wohl auch die Wahsatchschichten Coryphodonschichten nennt; dasselbe merkwürdige Tier kommt aber auch in den gleichzeitigen Ablagerungen Europas vor. Überraschend wirken die halbaffenartigen Pachylemuren durch ihre Zahl.

Abermals eine Schicht höher, und wir treten mit dem mittleren Eocän in das Gebiet der nordamerikanischen Bridgerschichten. Der See zwischen Felsengebirge und Wahsatch-Gebirge hatte sich beträchtlich verengt und war schließlich wahrscheinlich in zwei Becken zerfallen, die jetzt die Bridgersedimente lieferten. In Europa sind die Parallelschichten leider noch ärmer an Säugern als die früheren, die wenigen Funde genügen aber, um zu zeigen, daß noch immer die europäische Fauna an die nordamerikanische sich anschloß. An Stelle der Condylarthren sind jetzt endgiltig die Unpaarhufer gerückt. Dagegen glänzen die Amblypoden noch mit Riesenformen wie Dinoceras, nach denen man wieder die ganzen Sedimente auch die „Dinocerasschichten“ getauft hat. Nagetiere und Insektenfresser steigen an, während die Tillodontier abnehmen. Die Pachylemuren blühen üppig fort. Zum erstenmal sichtbar werden jetzt die Säugerordnungen der Fledermäuse, der Walfische und der Seekühe. Die Wale beginnen dabei charakteristischerweise mit Zeuglodon, einer Urform und Mischform, die man beinah noch zum Vertreter einer besonderen Ordnung machen möchte, und die Seekühe setzen ein mit Prorastomus, der im Gebiß sich eng an die landbewohnenden Huftiere anschließt. Neben so vielen Placentaltieren scheint an den Ufern der Bridgerseen bloß noch eine einzige Gattung der Beuteltiere gelebt zu haben, die auch heute noch in Nord-Amerika einheimische Beutelratte (Opossum, Didelphys).

Mit dem obersten Eocän ändern sich die Verhältnisse äußerlich dadurch, daß auf Grund plötzlich eröffneter glänzender Fundstellen in Frankreich (bei zufällig gleichzeitigem Verarmen der Fauna am Felsengebirge) Europa jetzt entscheidend in die Szene tritt. Aus der Fülle der französischen Örtlichkeiten sei nur erwähnt der Pariser Gips. Er ist besonders entwickelt am Montmartre, dem alten Wahrzeichen von Paris. Der eigentliche Gips bildet dort große linsenartige Scheiben als Einlage in Mergeln, wobei grade die tiefste, wohl noch dem obersten Eocän ange-

hörige Schicht bis 20 m an Mächtigkeit erreicht. Es ist denkbar, daß diese Gipsmassen die Niederschläge verdampfenden Salzwassers in einem vom Meere zeitweise getrennten, zeitweise aber wieder gespeisten Becken darstellen. Jedenfalls muß hier ein flaches Gewässer gestanden haben, sei es nun ein wirklicher See oder eine nur zeitweilig abgesperrte Bucht, an deren Ufer die großen Säugetiere sich vielgestaltig bewegten wie heute etwa am Schilfsaum des Tsadsees in Inner-Afrika. Beinah in jedem Gipsblock, der aus dem Montmartre gebrochen wird, stecken Knochen (vergl. das Bild S. 95). Hier war der klassische Boden, wo Cuvier einst die Wissenschaft der Paläontologie wenn nicht begründete, so doch zuerst in einem großen Stile betreiben lehrte. An den tertiären Säugern des Montmartre-Gipses übte er seine ersten kühnen Rekonstruktionsversuche, vor denen auch dem Laien ein Licht aufging, daß die Welt des Bestehenden eine andere sei, als die der Vergangenheit, und daß grade die Tertiär-Zeit ein besonders merkwürdiger Abschnitt aus diesem Längstvergangenen darstelle. So müssen uns diese Montmartre-Reste in doppeltem Sinne bedeutsam erscheinen, wenn auch andere im gleichen Lande dem Material nach sich in der Folge würdig an ihre Seite gestellt haben. Eine wundervolle Fundstätte ist zum Beispiel erst von Filhol in den siebziger Jahren ausgebeutet worden: die sogenannten Phosphorite von Quercy in Süd-Frankreich. In der Landschaft Quercy zwischen Villefranche und Montauban finden sich Spalten des Jurakalk ausgefüllt mit einem phosphorhaltigen Lehm, der nach Filhols Ansicht den Absatz warmer Quellen der Tertiärzeit darstellt. Gelegentlich das Land überschwemmend, müssen diese Wasser zahlreiche Säuger ersäuft und zusammengehäuft haben, denn der Lehm liegt voll von Tierskeletten zum Teil in trefflichster Erhaltung, — wobei bloß für die chronologische Bestimmung mißlich ist, daß die Fauna verschiedener Zeitabschnitte des Tertiär in diesen Gräbern bunt durcheinander geraten zu sein scheint. Was die echte Montmartre-Fauna, wie man sie wohl nennen darf, auszeichnet, ist der starke Aufschwung der Paarhufer, deren charakteristischste, höchst altertümliche Form der Zeit, Anoplotherium, schon aus Cuviers Rekonstruktion einen alten Ruf hat. Alle heute ganz verschwundenen Ordnungen sinken: von den Condylarthren sind aus Frankreich überhaupt keine mehr, aus der Schweiz nur ein paar vorhanden, ebendaher stammt auch der letzte Tillodontier. Amblypoden fehlen gänzlich. Zu den Creodontiern treten immer mehr echte Raubtiere. Nur die Pachylemuren scheinen noch unverwüstlich und ohne Nachfolger. Von Nachzüglern der Beuteltiere bleibt auch hier allein Didelphys treu.

Vergleicht man die (diesmal spärlichen) nordamerikanischen Reste, so wird es wahrscheinlich, daß um diese Zeit Europa und Nord-Amerika nicht mehr ganz in so engem Bunde gestanden haben, wie früher. Gleichzeitig wird aber jetzt durch großartige Fundstellen der Südhalbkugel ein Erdteil

ins Licht gerückt, dessen Säugerwelt offenbar schon lange vorher außer jedem Kontakt mit der gesamten nordamerikanisch-europäischen Fauna war: — Süd-Amerika. Wir haben gesehen, daß im Eocän eine Landverbindung zwischen Süd- und Nord-Amerika nicht bestand. So konnte es geschehen, daß noch ganz gegen Ende des Eocän uns in den südlichsten Teilen von Süd-Amerika eine Säugerfauna entgegentritt, die, obwohl sie auch zum Teil in die Unterklasse der Placentaltiere vorgerückt ist, doch ein völlig eigenartiges Gepräge wahrt. Ob sie sich in ihrem Kontinent selbständig entwickelt habe, ob sie späterer Import sei aus einem unbekannten Kontinent, der viel früher Nord-Amerika nach irgend einer langen Wanderung seine ältesten Placenta-Säugetiere geschenkt: wer will es heute schon entscheiden! Es läge immerhin nahe, an einen geheimnisvollen Südkontinent zu glauben, der heute teils unter den Wellen des antarktischen Oceans, teils unter der ungeheuren Eiskappe des Südpols begraben liegen müßte. Er könnte schon in der ganzen Kreide-Zeit und noch früher vorhanden gewesen sein, ohne daß wir bisher einen direkten Anhaltspunkt dafür besäßen. Unmöglich ist hier nichts, und wenn man Süd-Amerika nicht selbst gradezu für die Urheimat der Placentaltiere halten will, so bleibt rein räumlich beinah kein anderer Ort übrig. Daß die klimatischen Verhältnisse von heute für eine solche Hypothese gänzlich verschoben werden müßten, versteht sich, aber sie waren ja auch gegen den Nordpol hin, wo immer wir die Dinge kontrollieren können, damals so auf den Kopf gestellt, daß das Unglaublichste möglich scheint. Sind über Süd-Amerika oder gar die Reste des alten südatlantischen Kontinents, der Brasilien und West-Afrika in der Sekundär-Zeit verknüpfte, schon in der letzten Kreide-Zeit die ersten Placentaltiere nach Neu-Mexiko und Cernays gelangt, während der ganz anders geartete Zweig, den wir jetzt am Ende des Eocän auf einmal in Süd-Amerika vorfinden, gleichsam ein zweiter, späterer Nachschub aus der alten Quelle ist, — ein Nachschub, der, entsprechend der inzwischen verflossenen Zeit, ganz andere Entwickelungsformen der ersten Placentalier zeigt, die inzwischen in der Urheimat sich unabhängig ausgebildet hatten? Es läßt sich nicht sagen, daß diese Hypothese, so kühn sie klingt, vorläufig irgendwie aus den Thatsachen widerlegt werden könnte, — sie läßt sich aber ebensowenig strikt beweisen. Jedenfalls ist diese südamerikanische Eocän-Fauna ein wahres Wunderding. Wir verdanken ihre genauere Kenntnis vor allem den Forschungen von Florentino Ameghino. Es handelt sich dabei um die sogenannte Santa Cruz-Formation, so benannt nach gewaltigen Ablagerungen der Umgegend von Santa Cruz in Patagonien, die nach einer allerdings viel umstrittenen Ansicht noch ins Eocän, jedenfalls aber ins ältere Tertiär gehören. Eine kompakte Decke von Basalt liegt auf ihnen. Überall aber, wo der Santa Cruz-Fluß das Gestein erschlossen hat, treten Massen von Säugetierknochen zu Tage. Da finden sich zunächst

eine Menge Beuteltiere, und zwar nicht nur Beutelratten (Didelphyidae), die man ja wohl erwarten konnte, da sie auch heute noch in Süd-Amerika vorkommen und damals sogar bis Europa verbreitet waren, sondern merkwürdigerweise auch Formen, die heute ihre Verwandten in Australien haben und zum Teil wahrscheinlich in die Nähe der lebenden Beutelmarder (Dasyuridae) gehören. Ameghino sieht in einigen hierher gehörigen Resten sogar eine Übergangsgruppe zu den Creodontiern, also Placentaltieren, so daß es mindestens nicht unmöglich ist, daß wir in diesen relativ späten Schichten Patagoniens selbst der in Cernays und Neu-Mexiko verlorenen Brücke näherkommen. Vorläufig ist aber noch kein Verlaß bei der Unsicherheit der Deutungen. Unter den echten Placentaltieren von Santa Cruz fehlen vollständig die Paarhufer, Condylarthren, Insektenfresser, Fledermäuse, Pachylemuriden und echten Raubtiere der übrigen Eocänfauna, wahrscheinlich auch noch die Creodontier, Amblypoden und Tillodontier. Die Unpaarhufer sind vertreten durch zwei heute gänzlich erloschene und auch ausgestorben aus keiner Schicht außerhalb Süd-Amerikas je bekannt gewordene Familien (Proterotheridae und Macrauchenidae), die Nager durch charakteristische Formen, die den heute noch in Süd-Amerika heimischen entsprechen (Hystricomorpha). Als Ersatz der vielen fehlenden Ordnungen aber stellen sich auf einmal in geradezu enormer Entfaltung Vertreter jener rätselhaften, systematisch so schwer zu bewältigenden Ordnung der Zahnarmen (Edentaten) ein, zu der die Gürteltiere, Faultiere u. a. gehören. Und neben diesen erscheinen gar zwei ganz besondere Säugerordnungen, die Toxodontia und die Typotheria, von denen heute kein Stück mehr lebt und fossil außerhalb Süd-Amerikas nie eine Spur gefunden worden ist. Die Krone des Ganzen endlich bilden echte Affen, allerdings solche von dem niedrigen Gepräge der heute noch im Lande lebenden Gruppe.

Das ist gewiß des Wunderbaren genug und weckt den Blick dafür, wie rasch durch die Thatsachen alle unsere Spekulationen überholt werden können.

Die Oligocän-Fauna bietet in keinem der bekannten Länder etwas Bemerkenswertes. Für das unteren Miocän werden von neuem die Sedimente nordamerikanischer Binnenseen östlich und westlich von den Felsengebirgen wichtig, die sogenannten White-River-Schichten. Die Zeit der riesigen Amblypoden vom Schlage des Dinoceras ist um, auch die Tillodontier fehlen schon. Eine Gattung Creodontier dauert noch neben den echten Raubtieren aus. Dafür häufen sich massenhaft die Gerippe kolossaler Unpaarhufer (Titanotherium). Bei einzelnen dieser Perissodaktylen scheint es, daß sie von Europa her eingewandert sind. Die Verbindung bestand also noch und ermöglichte jetzt sogar ein Rückfluten von der Kolonie ins Mutterland. Zwischen dem unteren und mittleren Miocän bilden in Europa starke Meeresablagerungen eine scharfe Grenze. Ihre Säugerwelt beschränkt sich wie erklärlich auf Fischsäuger, und zwar solche aus allen

drei bestehenden Ordnungen: Wale, Seehunde und Seekühe. Jenseits des marinen Einschnitts, im echten Mittel-Miocän, tritt dann eine Fauna auf, die sehr starke Neuerungen zeigt, ohne daß man den Übergang verfolgen könnte. Vorhanden sind jetzt nach Erlöschen sämtlicher ganz alten Ordnungen (Creodontier, Condylarthren, Amblypoden, Pachylemuriden, Tillodontier), sowie der Beuteltiere nur noch die heute noch existierenden Paar- und Unpaarhufer, Nager, Insektenfresser, Fledermäuse und Raubtiere. Dazu treten plötzlich Rüsseltiere (Elefanten) wie Mastodon und Dinotherium und echte Affen. Höchst auffälligerweise sind die neu erscheinenden Affen sogar gleich mit sehr hochentwickelten, großen und menschenähnlichen Formen auf dem Plan (Dryopithecus). Geweihe tragende Wiederkäuer und Antilopen zeichnen sich zum erstenmal unter den Paarhufern aus, während bei den Unpaarhufern das Rhinoceros auftaucht. Das verwandte oberste Miocän tritt überaus anschaulich hervor in gewissen glänzenden Fundstätten der Mittelmeer-Gegend. Die berühmteste ist die von Gaudry beschriebene in den Ufern und dem Bett eines oleanderbeschatteten Bergbachs zwischen Athen und Marathon, der vom Pentelikon fließt und nach einer winzigen Hirtenansiedelung der Bach von Pikermi genannt wird. Hier liegt auf engstem Raume Skelett an Skelett, eine Fauna, die, obwohl in den Einzeltypen noch altertümlich, doch im Gesamtbilde stark an das heutige Afrika mit seinen Giraffen, Elefanten, Zebras, Gazellen und Löwen erinnert. Zweifellos war auch die Landverbindung nach Afrika damals eine glatte. Einzigartig ist auf Samos das Auftreten eines großen zahnarmen Tieres, des Erdferkels, das wohl von Afrika herübergekommen war, wo es heute noch haust. Gehörte es ursprünglich auch zu jenem Nachschub seltsamer Tiere, die Süd-Amerika im Eocän vielleicht von einem geheimnisvollen Südcentrum aus erhalten hatte, und war es als vereinzelter Vorposten früh, als die brasilianisch-äthiopische Verbindung noch benutzbar war, nach Afrika herübergekommen? Für die Epoche, bei der wir stehen, hatte die südamerikanische Wunderwelt sich offenbar nach keiner Weise mit fremden Faunen in Kontakt gesetzt: die Reste in der sogenannten „patagonischen Formation“ des Miocän schließen sich aufs engste an die eocäne von Santa Cruz an. In direktem Zusammenhang dagegen mit dem europäisch-afrikanischen Gebiet stand um diese Zeit bereits die Fauna Asiens, die hier zum erstenmal deutlich wird. Über ganz Asien, soweit es paläontologisch durchforscht ist, von Japan und Sumatra bis Persien und Klein-Asien (Troja) ausgebreitet erscheint hier die sogenannte Sivalik-Fauna. Der Name knüpft an die wundervolle Fundstätte der sogenannten Sivalikhügel am Südfuße des Himalaya an, die schon vor bald fünfzig Jahren von Falconer und Cautley ausgebeutet worden ist. Auch von hier scheint Europa vielerlei Säugertypen erhalten zu haben, doch lediglich solche, die im großen in den Rahmen seiner eigenen Tierwelt fielen. Nord-Amerika

war um dieselbe Zeit schon etwas isolierter geworden, obwohl von einer endgiltigen Loslösung von Europa jedenfalls auch jetzt noch keine Rede sein konnte.

Mit dem Pliocän kommt das Bild der Säugerwelt wenigstens in dem großen Faunengebiet der nördlichen Halbkugel der Gegenwart immer näher und näher. Nur die Verbreitungsgrenzen sind noch total andere. In Italien, wo beispielsweise im Arnothal die Pliocänfauna Europas gut erhalten ist, leben noch Elefanten, Nilpferde, Tapire, löwenartige Raubtiere und Affen. In Nord-Amerika, das in den Loup-Fork-Schichten wieder die Sedimente von Süßwasserseen, die ein reiches Säugerleben an ihren Ufern beherbergten, aufweist, tummelten sich Scharen von Pferden neben dem elefantenähnlichen Mastodon. Sehr merkwürdig ist diesmal das Schauspiel, das sich in dem so lange weltabgeschiedenen Süd-Amerika darbietet. In der Pliocän-Zeit ist die Meeresscheide zwischen den beiden Amerika geschlossen worden, und zwar offenbar nicht bloß durch einen engen Isthmus wie heute, sondern in breiter Landbrücke über die westindischen Inseln (Kuba) weg. Alsbald erscheinen jetzt, in der sogenannten „Araukanischen Formation“ von Bahia blanka, mitten zwischen der treu konservierten Welt der Edentaten, landeseigentümlichen Unpaarhufer (Makrauchenien), Toxodontier und Typotherien, nordamerikanische Einwanderer wie der Mastodon-Elefant, der Tapir, ein pferdeähnliches Tier (Hippidion) und der Hund. Umgekehrt aber treten wie phantastische Gestalten einer fremden Erde in die nordamerikanische Fauna (in den nach ihrem Pferdereichtum sogenannten Equus-Schichten) die südamerikanischen Edentaten (Riesengürteltiere und Riesenfaultiere) ein. Um die Wende der Tertiär-Zeit ist ganz Amerika im Banne dieser Mischungen. Diese Wende wird bezeichnet in Süd-Amerika durch die gewaltigen Lehm-Ablagerungen (Löß) der Pampas-Formation in Argentinien und Uruguay. Wahrscheinlich reicht diese Formation zeitlich noch weit hinein in das sogenannte Diluvium, dessen größtes Ereignis die große Eiszeit auf der Nordhalbkugel ist. Noch einmal nimmt aber eben in den Pampasschichten die alte Edentaten-, Toxodontier- und Makrauchenien-Fauna einen gewaltigen Anlauf und entwickelt ihre kolossalsten Formen, — wobei das Gesamtbild der Fauna noch besonders „riesig“ wird durch die fortdauernde Existenz ebenfalls sehr großer nordamerikanischer Einwanderer wie der Mastodon-Elefanten und gewaltiger Katzen. Es ist die letzte Kraftäußerung, denn noch im Diluvium selbst erlöschen alle diese Giganten, und es bleibt schließlich nur die relativ kleine, vielfach gradezu zwerghafte Säugerwelt des heutigen Süd-Amerika übrig. Der eigentliche Anlaß des letzten üppigen Aufschwungs wie des vollkommenen Sturzes bleibt uns dabei völlig dunkel.

Als merkwürdige Parallele tritt uns in derselben Zeit Australien entgegen. Australien, d. h. das Festland in seiner früher jedenfalls vor-

handenen Ausdehnung über Tasmanien, Neu-Guinea und andere nächste Inseln, spielt neben den geschilderten Faunengebieten des Tertiär eine wunderliche Einsiedlerrolle. Zu irgend einer Zeit muß es (vielleicht auch von jenem dunklen Südpolar-Kontinent aus) einen Schub Ursäuger (Schnabeltiere) und Beuteltiere besonderer Art (kein Stück z. B. der über ganz Amerika und Europa so verbreiteten Beutelratten war dabei) erhalten haben. Keinerlei Placentaltiere folgten nach oder entwickelten sich an Ort und Stelle, — jede Verbindung mit den andern Kontinenten aber muß im Verlauf des Tertiär abgeschnitten gewesen sein. Dafür blühten die Beutler, denen keinerlei höhere Konkurrenz drohte, in zahlreichen Formen auf, und selbst die uralten eierlegenden Säuger der tiefsten Unterklasse, die Schnabeltiere, erhielten sich bis auf den heutigen Tag. Einmal, grade damals im Diluvium, muß aber ein besonderer Zug (genau wie in den Pampas von Argentinien) auch hier in Australien in die Säugerwelt gekommen sein. Es entwickelten sich nashorngroße Beuteltiere. Aber genau wie dort, welkte auch hier diese Hochblüte alsbald vollkommen wieder herunter, und die ungeheuren Reste liegen heute als Fossilien in den Knochenhöhlen des auch räumlich jetzt arg zusammengeschmolzenen neuholländischen Kontinents.

Den gleichzeitigen, durch die Eiszeit bedingten Verfall der reichen Säugerwelt Europas zu schildern, fällt in unser nächstes Kapitel. Er brachte hauptsächlich ein großes Aussterben und Auswandern, nur zu kleinem Teil das Entstehen neuer Formen. Im allgemeinen aber wird im voraufgehenden der Lauf der Dinge im Tertiär bis zu dieser schon direkt an die Jetztzeit heranführenden Grenze wohl klar geworden sein, und wir dürfen uns jetzt daran machen, in das weit umrissene Bild eine Anzahl Einzeltypen aus der geschilderten wechselreichen Tierwelt der Tertiär-Formationen einzuzeichnen.

Die tiefste Unterklasse der Säugetiere — die Vielhöckerzähner und die Schnabeltiere — geht, wie wir gesehen haben, schon im älteren Tertiär zum größeren Teile ein. Was in Cernays bei Reims und in Neu-Mexiko an alteocänen Multituberkulaten noch vorkommt, schließt sich zum Teil an die früher (S. 506) erwähnten Plagiaulax und Ctenacodon an, winzige, kaum eine Ratte an Größe übertreffende Tiere, die nur sehr ungenau bekannt sind und keinerlei Gesamtbild gewähren (Neoplagiaulax). Zum andern Teil zeigen sich speciell in Neu-Mexiko aber einige größere Formen von schärferem Typus. Polymastodon wies in seinen größten Arten die Maße eines Stachelschweins, dem es auch durch die nagerartigen Schneidezähne geglichen haben mag. Vereinzelte Wirbel machen einen langen Schwanz wahrscheinlich. Wären die Backenzähne nicht so ganz abweichend, so könnte man in Ursäugern dieser Art die wirklichen Ahnen der Nager suchen; so

bleibt immer möglich, daß der Bau der Schneidezähne bloß einer parallelen, unabhängigen Anpassung verdankt wird. Eine Brücke von den Vielhöckerzähnern, die schon im Eocän überall, wo bisher Funde gemacht worden sind, vollständig aussterben, zu den heute noch in Australien lebenden Schnabeltieren, deren Embryonalzähne den Vielhöckertypus zeigen (S. 418), ist in den Resten durchaus nicht gegeben. Erst im Diluvium Neu-Hollands tauchen ganz unvermittelt Knochen eines sehr großen Landschnabeltieres (Proëchidna Oweni) auf. Immerhin ist Australien paläontologisch noch schlecht erforscht (das merkwürdige, einst dem Festland eng verbundene Neu-Guinea z. B. gar nicht), so daß die Zukunft hier noch manches bringen dürfte.

Die Beckenknochen einer Beutelratte (Didelphys Cuvieri)
aus dem eocänen Gips des Montmartre (Paris). Bei *a a* sieht man die wohlerhaltenen Beutelknochen, das wichtigste Merkmal am Skelett der Beuteltiere. (Nach Owen.)

Unvergleichlich viel reicher sind die Quellen für die Geschichte der nächsthöheren Unterklasse, der Beuteltiere. Unser erstes Bild zeigt das Becken einer Beutelratte (Didelphys Cuvieri) aus dem eocänen Montmartre-Gips. Nachdem jene alte Mischgruppe der Ur-Dreihöckerzähner, der heute nur noch der australische Ameisenbeutler angehört (vergl. S. 506), mit dem Ende der Sekundär-Zeit den Platz geräumt hatte, hielten sich als einziger tertiärer Beutlersproß der alten Welt diese Beutelratten. Heute sind auch sie auf Amerika beschränkt. Die Reste sind nicht selten, aber eine eigentliche Rolle können die kleinen Tiere kaum in der Fauna der Zeit gespielt haben. Die Beutelratten von heute sind fleischfressende Nachttiere, — in den Grenzen ihrer Kraft gefährliche Räuber gleich unseren Marderarten. Das zweite Bild führt uns ein solches nächtlich jagendes Beuteltier, allerdings von der australischen Gruppe der sogenannten Kusus, vor. Nicht viel anders wird Didelphys Cuvieri die dunklen Kronen im Braunkohlenforst nach schlafenden Vögeln abgesucht haben. Der Beiname „Cuvieri“ erinnert dabei noch an ein Ereignis aus der Geschichte der Paläontologie. Cuvier hatte als Schlüssel zur Rekonstruktion fossiler Tiere sein Gesetz der Korrelation aufgestellt (vergl. Bd. I S. 186). Die einzelnen Teile im Skelett der Tiere, so lehrte er, bedingten sich untereinander im Banne fester Gesetzmäßigkeit. Trug das Gebiß einen bestimmten Typus, so entsprach dem eine besondere, regelmäßig wiederkehrende Form der Füße, und

so fort. Cuviers „Gesetz" hat sich nicht immer in der Folge bewährt, es erleidet zweifellos gewisse Einschränkungen. Zum Teil werden diese uns heute verständlich, wenn wir in dem „Gesetz" nur eine Erscheinungskette aus dem großen Gebiete der Anpassung im Sinne Darwins erblicken. Zum Teil gehen aber die Ausnahmen ebenso wie die Regelmäßigkeiten hinüber in ein Gebiet aus dem Bildungsrhythmus der Organismen, das vorläufig so dunkel ist, daß es keine absoluten Gesetze verträgt (vergl. S. 172). Trotzdem



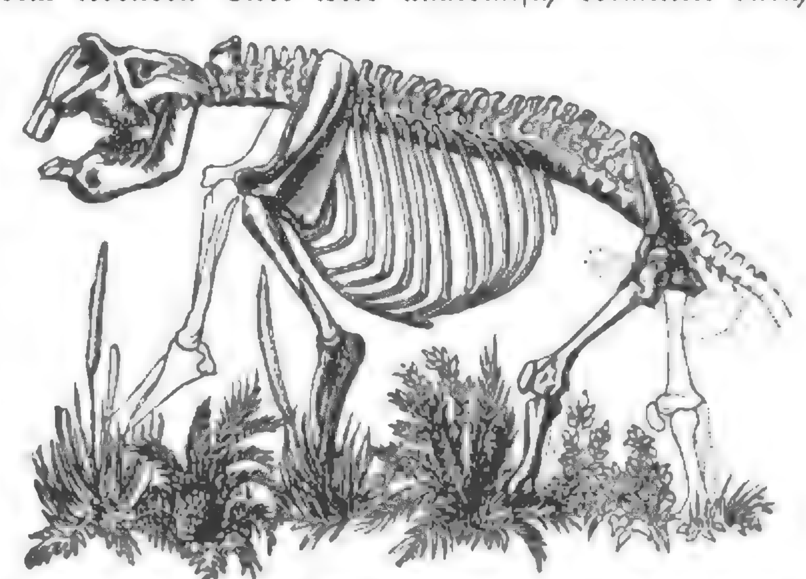
Ein noch lebendes Beuteltier:
der australische Fuchskusu (Phalangista vulpina) auf der nächtlichen Vogeljagd. Eine ähnliche Lebensweise dürften wohl die ausgestorbenen Beutelratten Europas in der Tertiär-Zeit geführt haben.

enthielt der Cuvier'sche Gedanke einen so wahren Kern vor zahllosen Fällen der Praxis, daß mit ihm augenblicklich ein großer Fortschritt angebahnt war. Hier diente nun eben unsere eocäne Beutelratte den Zweiflern als entscheidender Fall. Der Gipsblock vom Montmartre zeigte anfangs nur ein beschränktes Stück des Skeletts. Grade die Partie mit den charakteristischen Beutelknochen, die unser Bild vorführt, steckte noch im Stein. Aber das Sichtbare genügte dem Meister, um die Existenz der Beutelknochen als eine Notwendigkeit aus der Logik seines Korrelationsgesetzes heraus zu behaupten. Ein Kreis von Fachkennern wird versammelt und der Block mit dem Meißel

in Angriff genommen: sehr bald liegt das Becken des Tieres frei, und es zeigen sich wirklich die Beutelknochen. Man kann sich denken, wie diese geistvolle und immerhin nicht eben leichte Art des Prophezeiens dem Rufe der jungen, eben begründeten Wissenschaft zu gute kam.

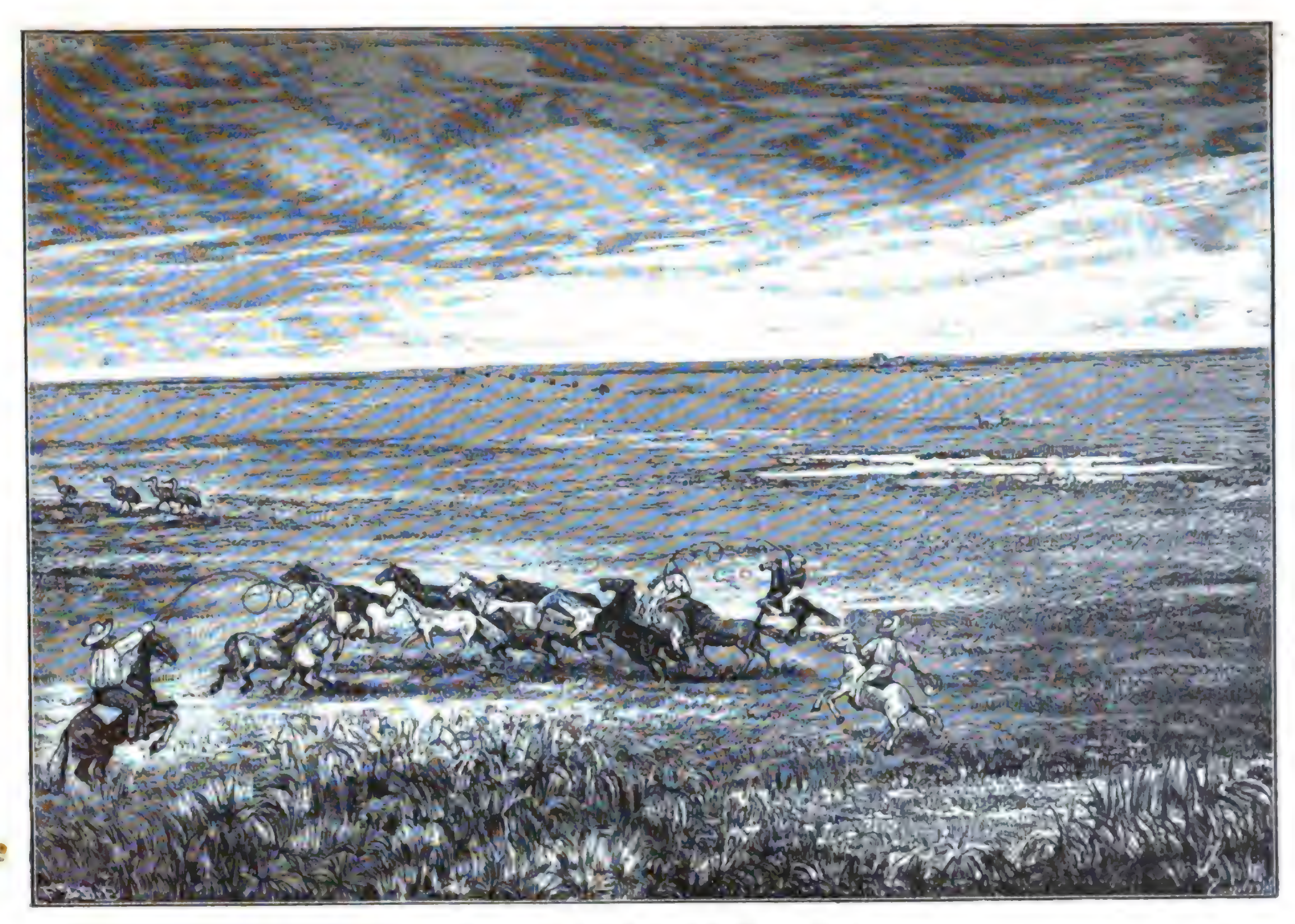
Was im tertiären Europa und Amerika nicht glückte: die herrschende Säugergruppe eines ganzen Landes zu werden, das haben die Beutler in Australien vollauf erreicht. Hier, von den Anpassungsformen der Placentaltiere lange Zeit ganz unbehelligt, haben sie sich in zahllose Gruppen zerspalten, die allen denkbaren Sorten der Anpassung selbst gerecht wurden. Schon früher ist eine Tafel mit solchen Formen (unter denen sich übrigens auch zwei amerikanische finden) dem Leser vorgeführt worden, die mehr, als Worte vermögen, lehrt. Es sind noch heute stattliche Gestalten dabei, wie das Riesenkänguruh, das lange das Landschaftsbild als integrierender Teil mit bestimmt hat und erst in unsern Tagen anfängt, zwei spät eingewanderten Placentaliern zu unterliegen: dem Menschen und dem Hunde. Dennoch war, als der Kulturmensch das Festland von Neu-Holland betrat, die Zeit der an Masse kolossalsten Beutler auch hier vorbei. In Höhlen und den Süßwasser-Ablagerungen eingetrockneter Seen finden sich ungeheure Skelette teils fleisch-, teils pflanzenfressender Beuteltiere, die erst in relativ ganz junger Zeit die Steppen des seltsamen kleinen Kontinents durchtrabt haben müssen. Der arme Leichhard, der auf opferreichen Naturforscherzügen im öden Innern Neu-Hollands schließlich spurlos verschwunden ist, glaubte die Knochen vermöge ihres frischen Aussehens noch lebenden Ungetümen zuschreiben zu müssen und nahm die Hoffnung, ihren Anblick in dem nie betretenen Wunderlande im Herzen des Kontinents zu genießen, mit auf seine letzte, verhängnisvolle Fahrt. Davon wird nun wohl schwerlich je die Rede sein, obwohl nicht geleugnet zu werden braucht, daß die auch heute noch unerforschten Partien des centralen Australiens noch manches zoologische Schaustück, auf das vielleicht gewisse hartnäckige Landestraditionen hinweisen, darbieten könnte. Man wird sich an den Knochenresten genügen lassen müssen, von denen nach neuesten Berichten grade jetzt wieder großartige Transporte aus dem Innern in Adelaide angelangt sind. Die bisher am besten bekannte Gattung ist Diprotodon, dessen Skelett das Bild so weit zeigt, als es Owen vorlag, d. h. ohne Füße. Es war ein Tier von der Größe des Nashorns, mit einem überaus ungeschlachten Kopf von 1 m Schädellänge, dagegen ohne die verlängerten Hinterbeine des Känguruh. Will man eine lebende Form direkt vergleichen, so wird man auf das plumpste Beuteltier Neu-Hollands, den Wombat (Phascolomys) schauen müssen. (Auf der Tafel zu S. 135 Fig. 11.) Der Wombat ist ein träger, nächtlich schweifender Geselle, in der Lebensführung unserm Dachs vergleichbar, dem er es auch im Graben gleich thut. „Die Eingeborenen erzählen, sagt Brehm, daß er bei seinen

nächtlichen Streifereien oft wie ein rollender Stein in Flüsse falle, an deren Ufer er trabt, dann aber, ohne sich beirren zu lassen, in der einmal gewonnenen Richtung auf dem Boden des Flußbettes fortlaufe, bis er irgendwo wieder freies Land gewinne, auf dem er dann mit einer Gleichgiltigkeit seinen Weg fortsetze, als hätte es niemals Hindernisse für ihn gegeben." So mögen wir uns, ins Große übersetzt, auch den Diprotodon vorstellen, bloß daß er wohl zu riesig war, um sich in die Erde zu graben, und mit seinen meißelartigen Schneidezähnen ganze Bäume bewältigen mochte, wo der kleine Wombat sich an Grasstengeln genügen läßt. Die Verwandtschaft mit dem lebenden Tiere wird anatomisch vermittelt durch das etwas kleinere Nototherium, dem sich als Zeitgenosse dann direkt ein Wombat von der Größe unseres Tapirs anschloß (Phascolonus gigas), der heute auch verschollen ist. Diese großen, bärenartig gedrungenen Säugetiere mit kurzen Beinen und enorm dicken Köpfen müssen den Ufern der inneraustralischen Binnenseen der Diluvial-Zeit, an denen sie



Ein kolossales Beuteltier aus dem Diluvium von Neu-Holland: der Diprotodon australis,
restauriert nach Owen. Die Füße sind weggelassen, da sie dem Zeichner noch nicht bekannt geworden waren. Der Schädel allein mißt 1 m, das ganze Tier muß dem Rhinoceros an Größe gleich gekommen sein, übertraf also weit alle heute lebenden Beuteltiere. Der Bezahnung nach war es ein Pflanzenfresser.

in Gesellschaft mächtiger Straußvögel und der Riesenschildkröte Meiolania hausten, ein wunderliches Ansehen gegeben haben. Wie der Tiger zum Elefanten, so verhielt sich nach Owens Ansicht zu ihnen ein jetzt auch ausgestorbenes Beuteltier mit furchtbarem Gebiß und den Krallen eines Raubtiers, der Thylacoleo carnifex, dessen Schädel dem des Löwen an Größe gleichkommt. Andere Forscher wollen in dieser grotesken Entfaltung des Beutlertypus ebenfalls einen Pflanzenfresser sehen, dessen Kauwerkzeuge denn allerdings genügt haben würden, das härteste Holz wie Zahnstocher zu zerbrechen. Känguruhs, die das heutige Maß noch übertrafen (z. B. Macropus titan), vervollständigten das fremdartige Bild. Heute streift nur noch den Besucher der stillen Galerie des naturhistorischen Museums zu London mit seinen Glasschränken voll kunstvoll bewahrter Skelettreste ein Abglanz jener Zeit und ihres wilden Lebensdrangs.



Landschaft aus den Pampas (Grassteppen) von Süd-Amerika.

Pampas nennt man in Süd-Amerika baumlose Weideplätze. Der Name wird dann im weiteren Sinne übertragen auf die ganze einförmige Grassteppe zwischen dem Hochgebirge, der tropischen Urwaldregion und dem steinigen Land gegen die Spitze des Kontinents an. Über endlose Weiten des Flachlandes dehnt sich dieselbe niedrige, gras- und krautartige Vegetation. Nur gelegentlich einmal erhebt sich wie eine Insel im grünen Meer ein einsamer alter Baum (Ombu). Herden schweifender Pferde, die erst seit der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts, von Europa herübergebracht, hier verwildert sind, und der eingeborenen amerikanischen Strauße und Hirsche beleben das öde Bild, das nach Süden, nach Patagonien zu immer rauher und wüster wird. Aber diese ermüdende, an Landschaftsreizen so arme Gegend hat ihre Geschichte, reizvoll wie kaum eine zweite. Allenthalben, fast direkt noch an der Oberfläche, stößt der Wandrer auch hier auf die Reste einer gigantischen Tierwelt, die in relativ noch ganz junger Zeit diese Einöden durchschweift haben muß. **Darwin** hat in seinem wundervollen Reisebericht sehr anschaulich das Überraschende dieses Kontrastes zwischen dem Jetzt und Einst der Pampaslande, wie er sich dem Naturforscher aufdrängt, wiedergegeben. An engem Ort, wo die Ebene gelegentlich durch Uferbildungen sich angeschnitten und erschlossen zeigte, fand er die Reste allein von neun großen ausgestorbenen Säugetieren beisammen, darunter zum Teil Tiere von den Dimensionen eines Nashorns und noch größer. Panzer kolossaler, dem Gürteltier von heute verwandter Geschöpfe gähnten ihn, nachdem die Erde daraus entfernt war, an wie die Höhlung eines mächtigen Kessels. Aus der senkrechten Felswand am Ufer des Parana-Flusses ragten dicht bei einander zwei ungeheure Skelette in kühnem Relief vor, seit langem ein Gegenstand des Staunens der im Canoe vorüberrudernden Leute, die das alte Gebein inmitten der Felsen sich nur so erklären konnten, daß die betreffenden Ungeheuer (es waren zwei Mastodon-Elefanten) im Leben grabende Tiere wie die heute lebende Viskache (ein kleiner Nager der Pampas) gewesen seien! Man kann sich denken, wie ein solches Land einen Paläontologen zu dauerndem Aufenthalt anstatt bloß einer flüchtigen Touristenfahrt locken mußte. Es war denn auch ein Landsmann, der Deutsche **Hermann Burmeister**, der seit Anfang der sechziger Jahre die Pampas zu seinem endgiltigen Forschungsgebiete machte. Sein Name ist allmählich beinah unzertrennlich von dem der Riesen jener alten Pampasfauna wie Megatherium geworden. Jahr um Jahr folgten sich seine musterhaften Beschreibungen neuer Funde, für die ihm eine bis ins höchste Alter unverwüstliche Arbeitskraft und derbe Laune zur Verfügung stand. Erst in den letzten Jahren und seit dem Tode des Achtzigjährigen ist das Material auch von anderer Seite in umfassender Weise vervollständigt worden, — insbesondere durch die parallele glänzende Thätigkeit Florentino **Ameghino's**, der im Bunde mit seinem Bruder die Unter-

suchungen gegenwärtig bis nach dem Feuerlande hinunter treibt, nachdem schon viel früher (durch Lund) das Terrain an der andern Ecke (in Brasilien) in Angriff genommen worden war.

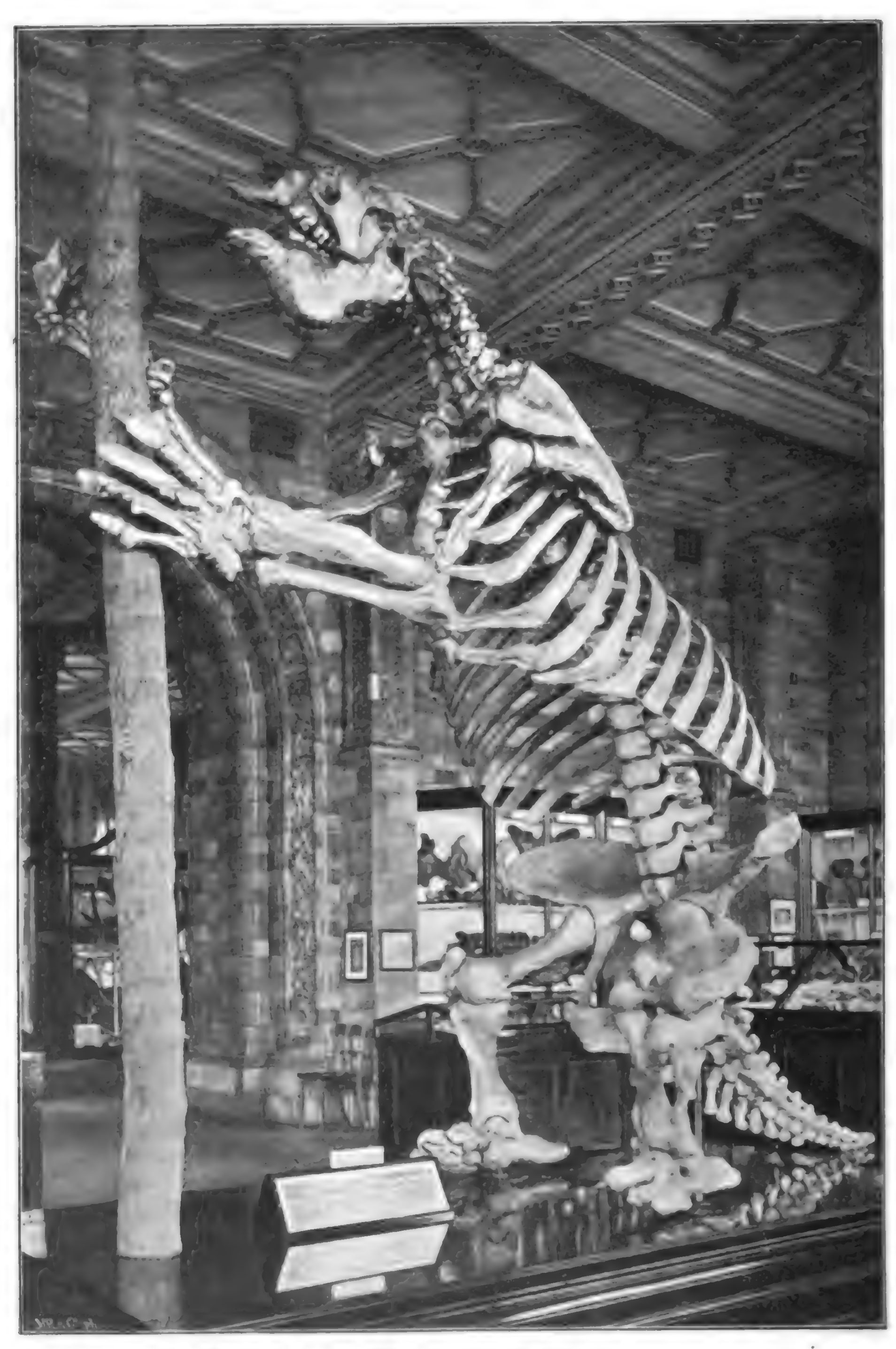


Hermann Burmeister,
der verdienteste deutsche Erforscher der ausgestorbenen Tierwelt der Pampas von Süd-Amerika.

Wer je ein lebendes Faultier oder Gürteltier gesehen hat, wird eine Fauna, die hauptsächlich aus zahnarmen Tieren (Edentaten), und zwar zum Teil aus monströs großen Formen besteht, für der merkwürdigsten

eine halten müssen. Noch heute ist Süd-Amerika das Eldorado dieser Tiere. In den Wäldern schweift bei Tage der große Ameisenbär (Yurumi, Myrmecophaga jubata), mit dem buschigen Schweif ein 2 m langer Geselle, mit gänzlich zahnlosem Munde, aber gewaltigen Krallen. Hoch in den Laubkronen klettert sein kleiner Verwandter, der Zwergameisenfresser (Myrmecophaga didactyla), viel zierlicher als der andere und im fuchsroten Pelz nicht unähnlich unserm Eichhörnchen. Zu unförmlichen, strohartig struppigen Klumpen eingerollt hängen in denselben Urwaldriesen tagsüber schlafend die Faultiere (Choloepus und Bradypus). Am Waldrande aber scharrt nächtlich mit Eifer das gespenstische Heer der steinhart verpanzerten Gürteltiere (Dasypus), und in den Pampas wühlt sich dem Maulwurf gleich in langen Gängen unter der Erde fort die winzige, nur halb gepanzerte Gürtelmaus (Chlamydophorus). Die grotesken Edentaten des tertiären und diluvialen Amerika schließen sich in den großen Zügen den lebenden Formen an. Auch hier unterscheidet man faultierartige Geschöpfe, während andere mehr dem Typus des Gürteltiers sich nähern; die Gürtelmaus geht unverändert bis in die Pampas-Formation (vergl. S. 636) zurück.

Der König der Gruppe ist das allbekannte **Megatherium**, das „Großtier" (megas = groß, therion = Tier) oder Riesenfaultier. Die ersten Knochenreste dieses jeder Phantasie spottenden Scheusals kamen im vorigen Jahrhundert in den Pampas zu Tage. 1789 feierte das erste vollständige Skelett seine Auferstehung in Lujan bei Buenos Aires. Der spanische Vizekönig schickte es nach Madrid. Es war 14 Fuß lang und 8 Fuß hoch und erregte nach seinem Bekanntwerden durch eine Beschreibung von Garriga (Madrid 1796) das allgemeinste Aufsehen. **Cuvier** beschäftigte sich eingehend mit ihm, von **Pander** und **D'Alton** erschien 1821 eine prachtvoll illustrierte Monographie, von der eine eigenartige, für die Frühblüte darwinistischer Ideen wichtige Besprechung sich unter **Goethe's** Werken findet. Nach und nach kamen dann weitere Gerippe zu Tage, die, mit Geschick ergänzt und aufgestellt, heute zu den Prachtstücken einiger der größten Museen gehören. Unser früheres Bild auf S. 86 zeigt das Pariser Exemplar, wie es, nach mehrjähriger Arbeit von dem anklebenden steinharten Pampaslehm glücklich gereinigt, Anfang der achtziger Jahre in einem provisorischen Holzbau der Galerie des Jardin des Plantes neben andern Riesen der Vorwelt zur Aufstellung gelangt war. In London hat man es, was allerdings noch ungeheuerlicher wirkt, mit einer aufrechten, der Lebensgewohnheit des Tieres wahrscheinlich gut entsprechenden Rekonstruktion versucht. Die mitgeteilte Photographie giebt auch das anschaulich wieder. Von unsern bisher karg bedachten deutschen Museen zeigt das Münchener wenigstens einen (ähnlich aufgerichteten) Gipsabguß des Madrider Originals, — Berlin bietet vorläufig sehr bedauerlicherweise keine Möglichkeit, sich den Koloß irgendwie direkt deutlich zu machen.



Das Skelett des großen Riesenfaultiers Megatherium americanum
nach einem aufrecht stehenden Modell im Britischen Museum zu London.
(Nach einer Photographie.)

Die lebenden Faultiere werden noch etwa 65 cm lang. Das Megatherium übertrifft mit seinen 4½ m den Elefanten. Die massiven Oberschenkel waren dabei aber nahezu noch dreimal so breit wie die des Elefanten, wonach man sich ein Bild von der Knochenmasse allein machen kann, die hier geschleppt werden mußte. Mit einem ganz guten Bilde hat Gratiolet unsere heutigen Faultiere Greisen verglichen, die langsam mit nickendem



Mutmaßliche äußere Gestalt des Riesenfaultiers Megatherium americanum.
Das Tier hatte etwa die Größe eines Elefanten, war aber noch viel massiger im Knochenbau.
(Die Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit auf Grund des gegenüberstehenden Skeletts.)

Kopf dahinschleichen, unbewegliche Handknochen bekommen haben und der Zähne bis auf ein paar Backzahnstummel ermangeln. Etwas von diesem Greisenhaften muß auch das Megatherium an sich gehabt haben, obwohl es im Detail ziemlich stark von unserm Unau und Ai abwich. Dem Schädel fehlt das Rundliche, das dem Faultier jetzt den wunderlichen Eulenkopf giebt, er erinnert in manchem mehr an den Rüsselkegel des Ameisenbären. Die Gehirnhöhle ist so winzig, daß von einem intelligenten Geschöpf schlechterdings keine Rede sein kann. Im allgemeinen hat der alte Owen immer noch am einleuchtendsten das Bild des lebenden Untiers aus den Skelett-

proportionen heraus wiederhergestellt, so daß seine Ausführungen (mit ein paar Kürzungen) wörtlich hier folgen mögen. „Die Methode," sagt er, „den Bau der einzelnen Teile im Organismus mit Rücksicht auf ihre Verrichtungen zu betrachten, erweist sich als vorteilhaft, um Einsicht in die Lebensweise der untergegangenen Tiere zu gewinnen. Das bestätigt sich vorzüglich beim Skelett der Riesenfaultiere. Ihre Zähne stimmen so genau mit denen der lebenden Faultiergattungen überein, daß man schließen muß, auch ihre Nahrung habe in Blättern und nicht in Wurzeln bestanden. Während aber bei den leichten, schlanken Faultieren der Gegenwart die Anpassung an ein vollendetes Baumleben mit Klettern und Hängen auf den höchsten Grad gesteigert ist, bemächtigten sich die riesigen fossilen Arten der Blätter in ganz anderer Weise. Die eine große Klaue der Hinterfüße dürfte wie eine Hacke angewendet worden sein, um die Erde zwischen den Verzweigungen der Wurzeln zu entfernen. Der Bau des Fußes verleiht grade dieser Zehe große Stärke, eine Verrenkung ist nahezu unmöglich. Die übrigen Teile der Fußwurzel und des Mittelfußes vereinigen sich, dem Fuße die Kraft zu geben, daß er den großen Druck der auf ihm ruhenden Last aushalten kann, — wobei die Klaue so zu liegen kommt, daß sie nicht mit der Spitze, sondern mit dem ganzen Seitenrande den Boden berührt. Die Knochen des Ober- und Unterschenkels zeichnen sich durch ihre massigen Verhältnisse aus, ihre Dicke und namentlich ihre Breite im Vergleich zur Länge. Den Schenkel sowohl von Mylodon (einer verwandten Art, vergl. das Bild hier) wie von Megatherium würde man eher zu den flachen als den gestreckten Knochen rechnen. Diese Knochensäulen waren notwendig für die Last des ungeheuren, schweren und breiten Beckens. Mit der Ausbreitung der Darmbeine hängen die übrigen Eigentümlichkeiten dieser Körpergegend zusammen, und diese bleiben unverständlich, wenn man sie nicht mit den entsprechenden Ansätzen kraftvoller Muskeln in Verbindung bringt, besonders solcher, die vom Darmbeinkamm entspringen und in ihrer Hauptentfaltung ihre Kraft auf die Vordergliedmaßen konzentrieren. Diese Gliedmaßen müssen also wohl zu einer ungewöhnlichen Leistung bestimmt gewesen sein. Bezahnung und Hinterbeinklauen weisen für sie auf das Niederreißen von Bäumen und Abbrechen der Äste. Für diese Verrichtung mußte aber wieder dem Becken eine entsprechende Festigkeit gegeben sein, und so findet sich dem Gewicht und der Stärke, die es selbst hat und die tragenden Beine besitzen, ein Schwanz beigegeben von solcher Entwickelung, daß er als dritte Stütze dient, die das Becken auf einem Dreifuß ruhen läßt. Hat man einmal erkannt, wie die massige Knochenbildung der hinteren Skelettpartie dient, den Muskeln, die die vorderen Gliedmaßen bewegen, feste Ansatzstellen zu gewähren, so daß die Kraft reicht, einen Baum umzureißen, so hat man ihre ganze Beschaffenheit erklärt. Mit der Deutung des Hinterfußbaues ist zugleich die damit zusammenhängende Ausdehnung der Muskelansatzstellen an dem

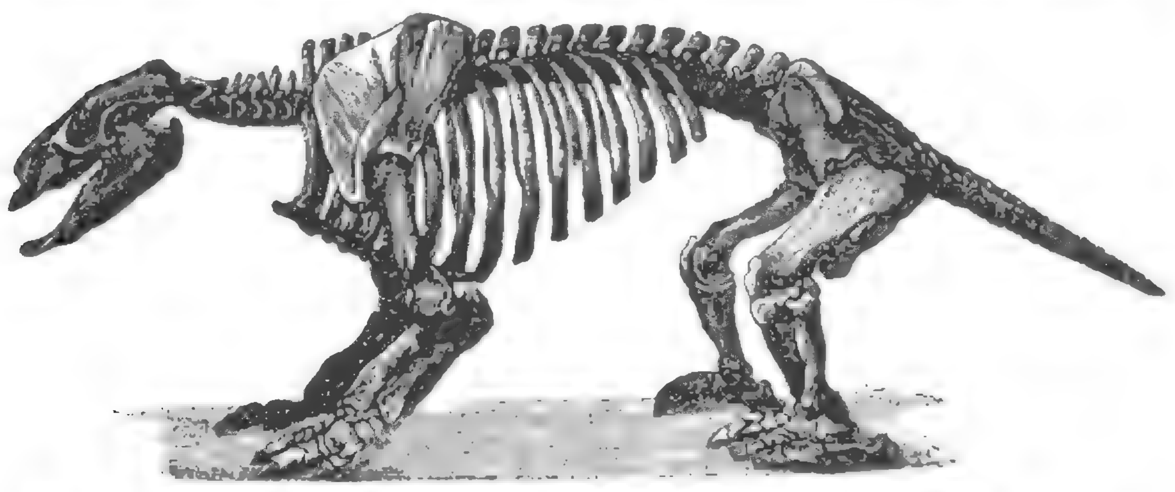


Das Skelett des Riesenfaultiers Mylodon gracilis im Britischen Museum zu London.
(Nach einer Originalphotographie)

breiten Schulterblatt mit seinen Kanten, Kämmen und Fortsätzen verständlich gemacht. Es ergiebt sich die Notwendigkeit, die Schultern durch vollkommene Schlüsselbeine zu befestigen, die mit dem einen Ende sich an ein breites Oberstück des Brustbeins, mit dem andern an die miteinander verbundenen Akromion- und Corakoidfortsätze des Schulterblattes anlehnen. Der Vorderfuß behielt drei starke Klauen, um in entsprechender Weise Stämme und Zweige fassen zu können. Für ihre Verrichtungen ist der Vorderarm geschickt, alle die verschiedenen freien Bewegungen wie ein mit einer Hand endigender Arm auszuführen. Denken wir uns den Baum umgeworfen und also die Blätter ins Erreichbare gerückt, so entspricht alles, was Form und Beschaffenheit des Schädels über die Größe, die Stärke, die Biegsamkeit und das Greifvermögen der Zunge andeuten, den vom Zweck ausgehenden Schlüssen. Die Megatheroiden rupften also gleich den Giraffen die Blätter ihrer Nährpflanzen ab. In den gefurchten Kronen der Backzähne des Riesenfaultiers erkennen wir auch noch die Fähigkeit, mit den Blättern festere Teile wie Aststücke zu zermahlen, was die kleinen Baumfaultiere nicht vermögen. Nach alle dem bedurfte es nur noch des Nachweises, was einem solchen Tiere gelegentlich zustoßen konnte, wenn es von einem entwurzelten Baume getroffen wurde: und das zeigt das Skelett von Mylodon im Hunter'schen Museum oberhalb der rechten Augenkapsel und unten am hinteren Teile des Schädels." Das betreffende Exemplar des Mylodon robustus, auf das Owen anspielt, ist 1841 im Pampaslehm bei Buenos Aires ausgegraben worden. Bei 11 Fuß Länge (also Elefantengröße) ist es, obwohl der Typus eines Riesenfaultiers auch hier unverkennbar ist, in den Vorderbeinen wesentlich gedrungener und kürzer als Megatherium. Der Schädel zeigt in der That zwei große Bruchstellen im Dach, von denen die eine ganz, die andere zum Teil geheilt ist und die — mögen sie nun in Owens Sinn von einem stürzenden Baumstamm herrühren oder sonst eine Ursache haben — jedenfalls für die beinah unverwüstliche Lebenszähigkeit dieses ungeschlachten Gesellen zeugen. Auch von einem solchen Mylodon kann ich dem Leser ein scharfes Bild mitteilen nach einer für dieses Buch eigens angefertigten Originalphotographie des Mylodon gracilis im Britischen Museum. Der Beiname „gracilis" (der „zierliche") ist dabei allerdings von Burmeister seiner Zeit wohl mit etwas Humor verliehen worden, die Grazie in diesem Knochenberge ist ziemlich mäßig. Das Aussehen der Tiere muß im Leben sogar noch sehr viel scheußlicher gewesen sein, wenn man sich die dicken Fleischteile mit einem ähnlich struppigen Haarkleid überzogen denkt, wie es die heutigen Faultiere tragen (vergl. das Bild S. 124). Ein Zwang dazu besteht natürlich nicht, die Megatherien können auch eine faltige Dickhäuterhülle ohne Haarwuchs gleich den Nashörnern gehabt haben. Anfangs wollte man sie sogar alle in harte Panzerschalen verpackt wissen wie die Gürteltiere. Für das eigentliche Mega-

therium hat sich das als eine Verwechslung erwiesen. Bei den Mylodon-Gerippen aber finden sich thatsächlich eine Unmenge regellos geformter Knochenstückchen, die, in die Haut eingebettet, allerdings so etwas wie einen Panzer dargestellt haben müssen und unsern Respekt vor dem Gewicht des Kolosses vermehren helfen.

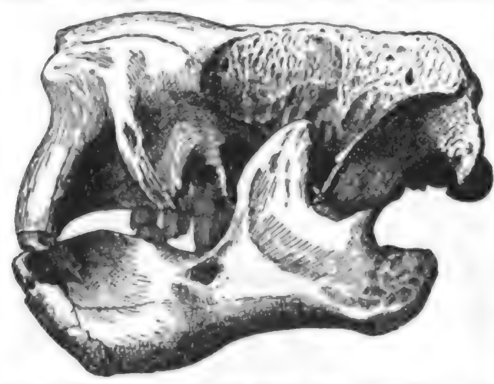
Die Reihe der Gattungen ist mit Megatherium und Mylodon nicht erschöpft. Neben dem Mylodon findet sich sehr häufig das Scelidotherium, dessen Skelett z. B. in Paris sehr schön aufgestellt ist. Eine ziemlich kleine Megatheriden-Gattung, Nothrotherium, deren in südbrasilianischen Höhlen erhaltene Schädel nur 23 cm messen, mag wirklich auf Bäume geklettert sein, was den größeren Arten wohl ihr Körpergewicht absolut unmöglich machte. Wie es scheint, beginnt die ganze Gruppe in den eocänen Santa



Ein faultierartiges Riesentier aus dem Diluvium von Buenos Aires (Süd-Amerika): das Scelidotherium leptocephalus (1/20 der natürl. Größe). Nach dem in Paris aufgestellten Skelett. (Nach Gaudry.)

Cruz-Schichten mit relativ sehr kleinen Formen und ging erst später in die vollkommenen Riesen über. Wir haben oben gesehen, wie grade diese späteren Typen auch nach Nord-Amerika übergriffen. Dabei ist eine etwa ochsengroße Gattung, Megalonyx, anscheinend typisch nordamerikanisch geworden; der abgebildete Schädel erinnert hier stärker an den unseres Ai (Bradypus); die kleinen Vorfahren auch dieses Megalonyx aber liegen im Tertiär von Santa Cruz in Patagonien. Über die Lebensweise aller dieser Monstra ist in den oben citierten Spekulationen Owens schon das Wichtigste gesagt. Man wird sie sich denken müssen, wie sie langsam von Baum zu Baum schwankten, um Äste abzureißen oder auch den ganzen Stamm zu knicken. Dem geringsten elementaren Naturereignis gegenüber waren sie wehrlos gleich den Iguanodonten von Bernissart. An solchen Ereignissen aber fehlt es noch heute in den Pampas nicht. Darwin erzählt in lebendigen Bildern von Zeiten der Dürre, da selbst die Distel nicht aufkommt, alle Bäche eintrocknen und das Land das Aussehen einer staubigen Landstraße annimmt.

Von wildem Durst gepeinigt, eilen die großen Tiere, verwilderte Ochsen und Pferde, zu vielen Tausenden den Flüssen zu, deren starker Salzgehalt sie dann oft in ungeheuren Mengen vergiftet oder in deren Morästen sie, sich gegenseitig hinabschiebend und zerdrückend, herdenweise ersticken. Zweifellos sind solche gelegentlichen Katastrophen (auch Überschwemmungen und Steppenbrände) die Ursache so mancher rätselvollen Anhäufungen von Megatherien-Skeletten und vielfach wohl auch die des wirklichen Aussterbens so nahrungsbedürftiger Tierriesen in ganzen Landschaften geworden. Wenigstens in den späteren Zeiten ihrer Existenz sind die Riesenfaultiere auch dem Menschen bereits begegnet, der ihrer selbst mit seinen primitiven Hilfsmitteln durch Fallgruben leicht Herr geworden sein wird. Bei Lujan in Argentinien, demselben Ort, der einst das erste Madrider Megatherium geliefert, sind nach Ameghino's Angaben 1885 die Spuren der Bewältigung eines solchen Megatherium durch Menschenhand gefunden worden. Durch das Hochwasser eines Baches wurde ein riesiges Skelett der Art freigewaschen. Die oberen Teile, Wirbelsäule und Rippen, lagen regellos in einer Asche- und Kohlenschicht zerstreut und zeigten künstliche Einschnitte. Das untere Knochengerüst, vor allem das eine Bein, wies dagegen noch die natürliche Lage und Verknüpfung. Die Erklärung meint, das Riesenfaultier sei durch einen Unfall in einem Sumpfloch stecken geblieben, und der Mensch habe die lockende Fleischmasse von oben her angebraten und zum Teil verzehrt. Mag man diese Deutung auch etwas phantastisch finden: die Existenz des Menschen noch als Zeitgenossen der Megatherien in den Pampas unterliegt im ganzen wohl keinem Zweifel mehr. Trotzdem hat das Aussterben auch dieser großen Säuger seine Rätsel, da die Megatherien ja nicht auf die Pampas beschränkt geblieben, überall aber, in Brasilien, auf Kuba, in Nord-Amerika, gleichermaßen spurlos verschwunden sind.

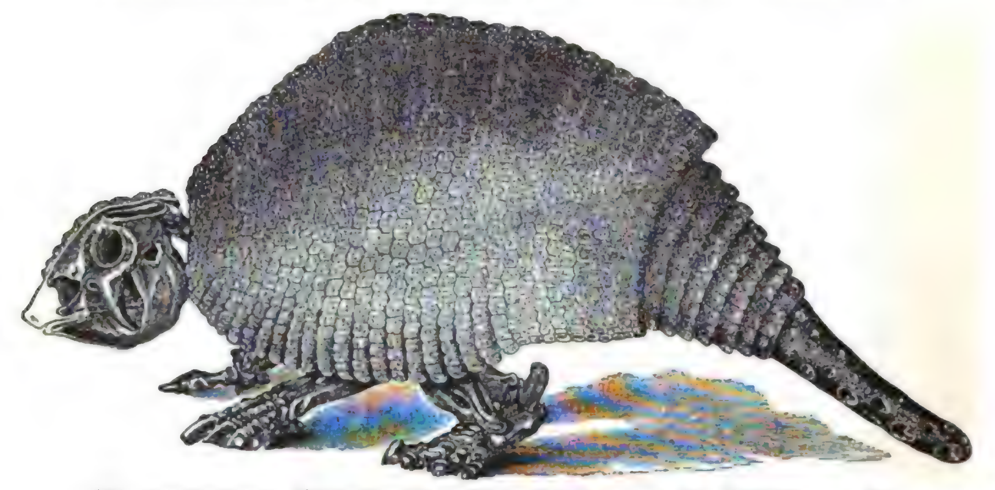


Der Schädel eines faultierähnlichen Ungetüms von Ochsen-Größe aus dem Diluvium von Kentucky (Nord-Amerika).
Die dargestellte Art ist Megalonyx Jeffersoni in $^1/_6$ natürl. Größe nach Leidy.

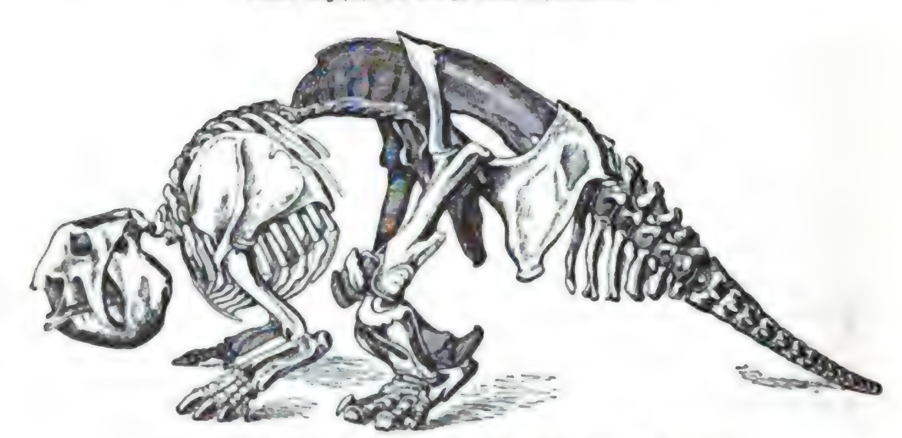
Gleichzeitig starb ein Geschlecht seltsamer Tiere aus, die sich noch unmittelbarer als die Megatherien an die Faultiere an die heute lebenden Gürteltiere Amerikas anschließen. Betrachten wir zunächst ein solches Gürteltier, und zwar das heutige Riesengürteltier (**Dasypus gigas**),

so erscheint hier der Panzer, der diese Edentatengruppe so scharf von allen übrigen Säugetieren trennt, als ein Getäfel kleiner Knochenplatten, die auf dem Rücken eine entschiedene Neigung zeigen, sich zu festen Reihen („Gürteln") anzuordnen. Prüft man die Gürtel näher, so ergeben sich bei der betreffenden Art trotz der scheinbaren Gleichartigkeit zweierlei Sorten: die mittleren zwölf sind beweglich, also eigentliche, lose sich verschiebende Gürtel, die zehn vorderen dagegen und die sechzehn hinteren bilden je ein kompaktes Schild (Schulter- und Beckenschild). Bei den kleineren lebenden Arten wie dem in unseren zoologischen Gärten gewöhnlichen Borstengürteltier (Tatu) drückt sich diese Zweiteilung in verschiebbare Ringel und solide Schilder schon für den ersten Blick äußerlich sehr scharf aus. Umgekehrt dagegen verliert sie sich mehr und mehr, wenn man die im Diluvium ausgestorbenen, durchweg noch das Riesengürteltier von heute um ein Beträchtliches an Größe übertreffenden Arten betrachtet. Allerdings gehen auch jene echten Gürtler bis tief ins Tertiär zurück, und in Argentinien und Brasilien finden sich Panzer eines nashorngroßen echten Tatu mit mehreren beweglichen Mittelgürteln. Daneben aber muß sich zu sehr üppiger Entfaltung bereits früh ein Zweig von der typischen Gruppe abgetrennt haben, der alsbald jeder Verschiebungsmöglichkeit innerhalb seiner Schale verlustig ging, dafür aber in Menge die größten Formen entwickelte. Die Glyptodontier hat man seine Vertreter zusammenfassend getauft, — wörtlich übersetzt die Schnitzelzähner, wegen der sonderbaren Zahnform. Mehr oder minder sonderbare, gleichsam unfertige Verhältnisse im Zahnbau haben aber alle Edentaten, und was die Glyptodontier zu etwas völlig Einzigartigem in der Tierwelt macht, ist vielmehr die Größe vieler ihrer Arten und die Technik ihrer Verpanzerung. Die ersten Glyptodon-Platten wurden von Goffroy St. Hilaire und Cuvier für Hautbedeckungen des Megatherium gehalten. Erst nachträglich merkte man, daß man es hier mit selbständigen Resten einer zweiten, mindestens ebenso merkwürdigen Gruppe ausgestorbener Edentaten zu thun habe. Nach mancherlei mißlungenen Versuchen glückte es endlich, die ganzen Skelette, wie sie in den brasilischen Knochenhöhlen, im Pampaslehm und vereinzelt auch in Nord-Amerika zu Tage kamen, wieder zusammenzusetzen, und jetzt erstanden märchenhafte Tiere, wie sie heute die Zugstücke großer Museen (z. B. der Pariser Galerie) bilden. Man kann von diesen Schildkröten unter den Säugern nicht sagen, daß sie häßlich seien. Jene feine, ins Detail hinein gradezu wundervolle Skulptur, die z. B. ein lebendes Gürteltier wie den rattengroßen, langschwänzigen Dasypus peba aus Brasilien schmückt, tritt in Gestalt rosettenartiger und höckeriger Verzierungen auf jeder Platte auch hier vielfach aufs schönste hervor, und der Gesamtpanzer gewährt ein architektonisch entschieden bedeutendes Bild. Seiner Grundform nach ist dieser Panzer halbkugelig oder länglich oval. Die einzelnen Täfelchen der oft

zolldicken Wand sind gegeneinander nicht in Ringeln verschiebbar, im Alter sogar wenigstens in der Rückenregion oft direkt miteinander verschmolzen. Prächtig geschützt ist der große Schwanz, bald bis unten hin mit beweglichen knöchernen Ringen, bald im hinteren Stück durch eine cylindrische Röhre aus verschmolzenen Platten. Bei dem abgebildeten Panochthus von Buenos Aires gleicht der Rückpanzer einer riesenhaften Tonne, denn



Ein ausgestorbenes südamerikanisches Riesengürteltier aus der Unterordnung der Glyptodontia:
Panochthus tuberculatus *Owen.*
(Skelett mit Panzer nach Burmeister.) Diese Riesengürteltiere lebten zur Tertiär- und Diluvial-Zeit, also noch als Zeitgenossen des Menschen. Der hier dargestellte Panochthus erreichte ungefähr die Größe eines Rhinoceros.



Der oben abgebildete Panochthus nach Entfernung des Panzers.
Restauriert nach Burmeister.

er deckt ein Tier von der Länge eines Rhinoceros. Aus dieser Tonne ragt vorne ein höchst spaßhafter Kopf, der sich direkt allerdings gar nicht mit den langen, spitzen Kegeln der heutigen Gürtler vergleichen läßt. Der Beschauer des Bildes achte besonders auf den kolossalen Unterkiefer und den ebenfalls ganz abnorm großen Fortsatz des Jochbogens, der wie ein riesiger Säbelzahn vom Auge sich über die Kiefern herabsenkt. Vom übrigen Skelett sei nur erwähnt, daß die Rückenwirbel zu einer einheitlichen, unbeweglichen Röhre verschmolzen sind.

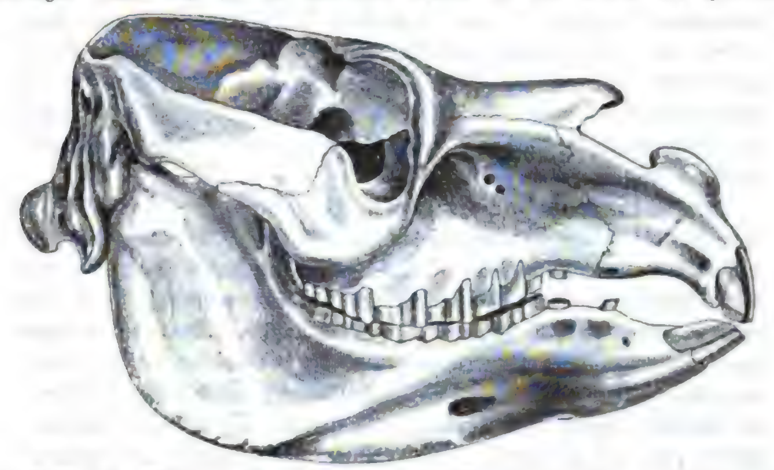
Auch der Glyptodon und der Panochthus sind schon vom Menschen gejagt worden. Ameghino hat in ungestörten, nicht durch Wassersedimente, sondern wahrscheinlich wesentlich nur durch die vom Sturme aufgetürmten losen Staubmassen gebildeten Pampasschichten mehrfach leere Glyptodonpanzer in seltsamen, auf menschliche Thätigkeit hinweisenden Stellungen gefunden. Bald standen sie aufrecht, innen vom Skelett befreit und so gerichtet, daß der Bauchspalt eine Art Thür darbot. Bald gar, wie bei einem Funde in Paso del Cañon in der Nähe von Mercedes, deckte der mit dem Rücken nach oben gerichtete Panzer eine härtere, offenbar alte Bodenfläche, in deren Vertiefung ein Quarzit-Gerät, gespaltene Hirsch- und Lamaknochen, Stücke von Hirschhorn und zugeschärfte Eckzähne von Toxodon und Mylodon lagen, während rings herum Kohlen, Asche und angebrannte Knochen eine Feuerstelle verrieten. Bei seiner Höhe von über einem Meter mochte dieser Panzer immerhin die Decke einer Hütte als Zufluchtsort vor Stürmen und Raubtierangriffen abgeben, die in den Raumverhältnissen den Schutzstätten heutiger Wilden nicht nachstand. Auch gegessen hat der Pampasmensch von damals die Glyptodontier offenbar ebenso eifrig, wie jetzt der Gaucho dort die kleinen Armadille von heute als Leckerbissen sich sucht und in der Schale brät. Es wäre kein übles Bild für einen phantasievollen und zugleich sachverständigen Maler: der Kampf des nackten Diluvialmenschen mit dem ringsumpanzerten Riesen vom Edentatenstamm, von dem man sich wirklich denken kann, daß es ein Universalmittel seiner Zählebigkeit gegenüber war, ihn gelegentlich bei lebendigem Leibe mit Feuer zu umgeben und langsam zu Tode zu braten.

Von irgend welchen Urformen, die das Geschlecht der Gürteltiere und der Faultiere unmittelbar verknüpften, ist auch unter den ältesten Resten aus der Santa Cruz-Formation nichts zu entdecken: offenbar waren schon im Eocän die Stämme gesondert, und wenn es wahr sein sollte, daß das ganze Edentatenvolk damals überhaupt erst in Süd-Amerika eingewandert ist (von einem hypothetischen Südpolarlande aus), so sind sie offenbar getrennt schon ins Land gekommen. Und so nimmt es nicht weiter wunder, wenn auch das dritte Glied im Bunde des heutigen Amerika, die Ameisenbären (Vermilinguia), im alten patagonischen Tertiär bereits sich andeuten, allerdings nur mit einem schlecht erhaltenen Schädelrest, der

auf eine Art schließen läßt, die im Gegensatz zu den heutigen absolut zahnlosen Formen ein paar winzige Zähnchen besaß. So viel ist sichtbar, daß die Ameisenbären hinsichtlich der Größe und Üppigkeit der Arten im späteren Tertiär und im Diluvium nicht mit den andern Edentatenstämmen konkurrieren konnten. Man könnte versucht sein, die Ursache darin zu suchen, daß grade diese Ameisenbärengruppe nur teilweise sich der süd-amerikanischen Fauna angeschlossen habe, während ein sehr lebensfähiger Zweig im Tertiär (wahrscheinlich über Afrika) der altweltlichen Fauna zugewandert sei. In der That leben heute noch im tropischen Afrika und in Süd-Asien zwei Edentatenfamilien, von denen die eine, die großen, schweineartigen **Erdferkel** (Orycteropidae) den Ameisenbären in manchem wirklich ähneln, während die andere, die **Schuppentiere** (Manidae), allerdings mit ihrem Panzer von der Art eines Tannenzapfens, recht isoliert dastehen. Aber die nähere anatomische Betrachtung und die paläontologischen Funde leiten doch hier vorerst auf höchst rätselhafte Punkte. Anatomisch sind diese altweltlichen Edentaten durch den Bau der Wirbel und der Geschlechtsorgane sehr scharf von den sämtlichen Amerikanern, also auch den Ameisenbären, getrennt. Die Geschlechtsorgane erinnern seltsamerweise an die Huftiere. Paläontologisch zeigt der einzige unanzweifelbar altweltliche Edentatenfund aus dem Tertiär (oberes Miocän der Insel Samos) schon ein echtes Erdferkel (Orycteropus Gaudryi). Daneben aber irren in den Beschreibungen eine Anzahl sonderbarer Geschöpfe vorläufig haltlos umher (Ancylotherium, Macrotherium), die von den einen auf Grund ihrer Klauen für Erdferkel oder Schuppentiere gehalten, von den andern dagegen den Unpaarhufern angereiht werden (Chalicotheridae). Sollten hier Reste einer uralten Vermittelungsgruppe zwischen den Huftieren und den altweltlichen Edentaten vorliegen? Und sollten diese angeblichen Edentaten Erdferkel und Schuppentier am Ende gar keine Edentaten sein, d. h. wenigstens keine Angehörigen jener geschlossenen amerikanischen Gruppe, die von den heutigen Faultieren, den Megatheriden, den echten Gürteltieren, den Glyptodontiern und den Ameisenbären gebildet wird? Insbesondere **Flower** ist neuerdings für die vollkommene Loslösung der altweltlichen Edentaten von den amerikanischen sehr scharf eingetreten. Die Ähnlichkeit im Zahnbau oder Zahnmangel zwischen hier und dort wäre dann nur eine durch parallele Anpassung an die Ameisenjagd erworbene, ähnlich so, wie ja auch die Schnabeltiere fast ganz ihre Zähne geopfert haben und wirklich von Cuvier und Oken einst den Edentaten (Zahnarmen) beigezählt werden konnten. Man darf gespannt sein, wie künftige Funde diesen interessanten Knäuel aufwickeln werden!

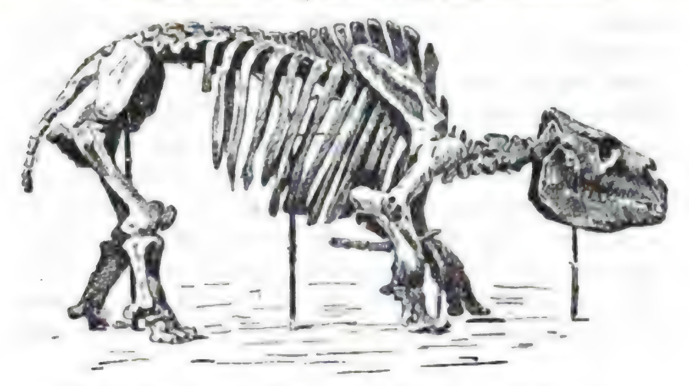
Der Leser ist auf den voraufgehenden Blättern mehrfach zwei Namen begegnet, mit denen er gewiß wenig anzufangen wußte: den **Toxodontiern** und den **Typotherien**. Beide sind ausgesprochene Süd-Amerikaner,

beide gleich den Megatherien und Glyptodonten heute total ausgestorben, beide Vertreter völlig isolierter Säugerordnungen, von denen sich höchstens aussagen läßt, daß sie im weitesten Sinne in den Kreis der Huftiere



Der Schädel des Toxodon Burmeisteri aus der Pampasformation von Argentinien (Diluvium).

Die Gruppe seltsamer, pflanzenfressender Huftiere, die von den Toxodontia gebildet wird, ist heute vollkommen ausgestorben. Sie lebten, soweit Reste vorhanden, bloß in Süd-Amerika zur Tertiär- und Diluvial-Zeit und vereinigten in sich Merkmale der Nashörner, der Elefanten, der Nagetiere und anderer Säugerordnungen, ohne daß sie direkt einer von diesen anzugliedern wären. (Der Schädel in 1/7 natürl. Größe nach Burmeister.)



Das Skelett eines Toxodon im Museum zu La Plata.

(Vergl. das obenstehende Bild.)

Toxodon erreichte die Größe eines Rhinoceros. (Nach Hutchinson, Creatures of other days, London 1894.)

gehören, — diesen schier unfaßbar weiten Kreis, der vom kaninchengroßen Klippschliefer zum Elefanten, von der Giraffe zum Nashorn, vom Nilpferd zum Pferd reicht, ohne irgendwie als Ganzes ein scharfes Bild zu geben,

mit dem man arbeiten könnte. Von Toxodon und Typotherium einen Begriff zu machen, gehört zu den verwickeltsten Aufgaben der Paläontologie, und an dieser Stelle vollends kann es nur mit ein paar ganz flüchtigen Pinselstrichen geschehen. Zum Glück steht dabei wenigstens von Toxodon ein Bild des vollständigen Skelettes, wie es im Museum von La Plata aufgestellt ist, hilfreich zur Seite. Den Schädel mit den charakteristischen Zähnen zeigt daneben noch einmal genauer eine der vorzüglichen Burmeisterschen Zeichnungen, so daß der Leser hier doch wohl etwas Handgreifliches wenigstens mitnehmen kann.

Der typische Toxodon (zu deutsch „Pfeilzahn"), wie ihn unsere Bilder zeigen, hat die Größe und im Gesamtbau auch wohl, oberflächlich angesehen, den Habitus eines Rhinoceros. Der Schädel, den zuerst Darwin aus der Pampasformation mit nach England gebracht hat, mißt fast ¾ m. Vorne scheint er einen kurzen Rüssel getragen zu haben. Die sehr verschiedenartigen Schneidezähne erinnern bei dem echten Toxodon an Nagetiere, bei andern Vertretern der Ordnung (Homalodontherium) sind sie aber kurz und von konischer Form, bei dritten endlich (Astrapotherium) scheint das äußerste Paar zu mächtigen, an Elefanten gemahnenden Stoßzähnen von beinah Halbmeterlänge umgeformt gewesen zu sein. Die Eckzähne sind durchweg schwach, bei Toxodon selbst gradezu winzig und oben früh ausfallend, so daß eine breite Lücke Schneidezähne und Backzähne trennt (vergl. den abgebildeten Schädel). Die Backzähne selbst bilden bei den specialisierteren Formen wurzellose, unten offene Prismen, die an die Edentaten gemahnen. Im ganzen wird man aber doch dem Körperbau nach für diese barocken Süd-Amerikaner einen Platz näher den Hustieren suchen müssen, bloß daß sie nicht nach einer bestimmten Ordnung weisen, sondern abwechselnd in ihren Merkmalen nach den Unpaarhufern, den Klippdachsen und sogar den Elefanten hinüberspielen. Die ältesten Gattungen aus der Santa Cruz-Formation zeigen noch fünf Zehen, beim eigentlichen, vom Miocän der patagonischen Formation an bis ins Diluvium erhaltenen Toxodon sind nur mehr drei da. Sie tragen hier Hufe. Vorder- und Hinterbeine, nur wenig in der Länge differierend, stützen einen sehr plumpen Körper, der am meisten immer noch an den des Nashorns erinnert, wenn auch bei den erwähnten Arten mit Stoßzähnen der Kopf etwas vom Elefanten gehabt haben muß. Jedenfalls waren die Toxodonten Pflanzenfresser, wahrscheinlich die Bewohner der Sumpfufer von Seen, wo sie den Nilpferden gleich im Rohr gelegen haben, wohl auch direkt ins Wasser gegangen sein mögen.

Um sich ein Bild von der gleichaltrigen und ebenfalls ausgesprochen südamerikanischen Ordnung der Typotherien zu machen, möge der Leser einen Blick auf den S. 98 abgebildeten Klippdachs oder Klippschliefer (Hyrax) werfen, dieses kleinste, lebende Huftier, das so sehr einem Murmel-

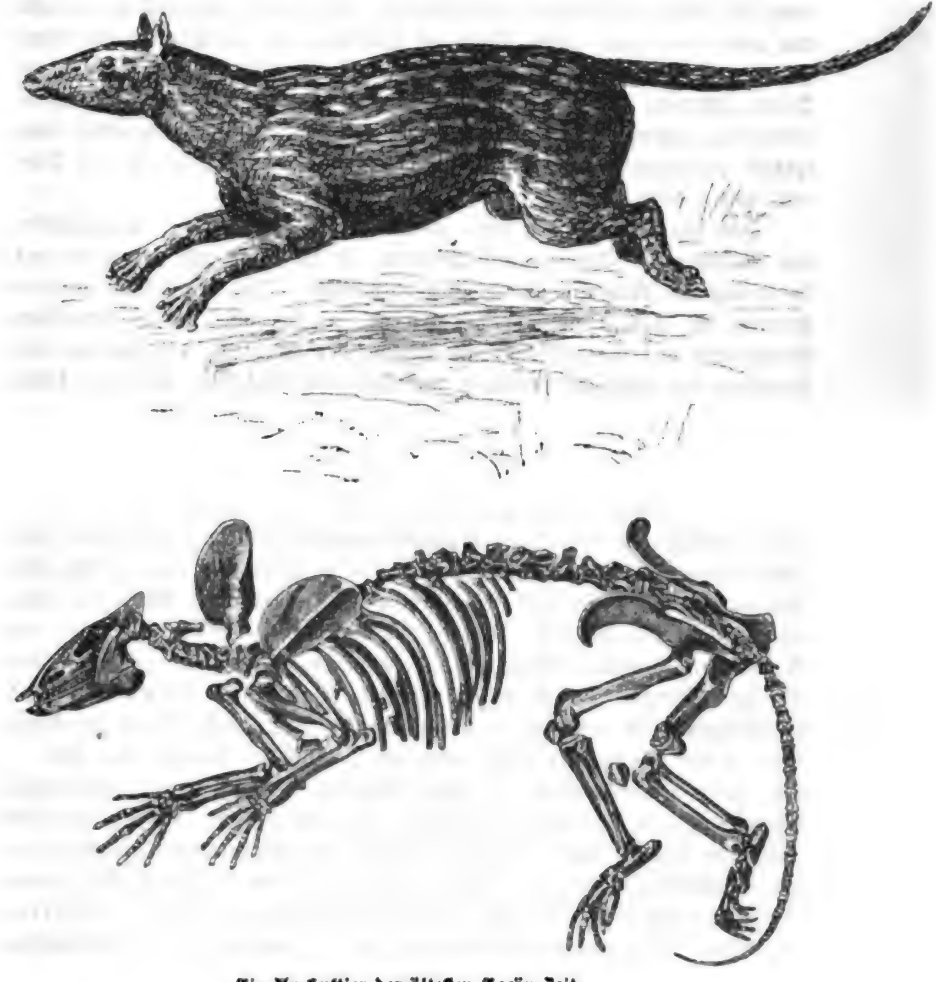
tier (also einem Nager) gleicht, dabei aber auch den Unpaarhufern (wie Rhinoceros) im Skelettbau so stark ähnelt, daß es von Cuvier gradezu mit diesen vereinigt wurde. Fossile Klippdachse sind bisher nicht bekannt geworden. Die paar lebenden Arten sind auf die alte Welt (von Syrien bis zum Kapland) beschränkt. Eine Art amerikanischer Parallelgruppe bieten aber entschieden eben jene Typotherien. Wie dort, vermischen sich auch hier kunterbunt Merkmale der Nager, der Huftiere, der Edentaten, ja rätselhafterweise sogar der niedrigsten Affen. Das Gebiß gleicht am meisten dem der Toxodonten, aber von diesen weicht dafür wieder der Körperbau total ab. Bei einigen alten Gattungen zeigen die fünfzehigen Pfoten einen opponierbaren Daumen und eine opponierbare große Zehe (Icochilus). Die älteren Formen (Santa Cruz-Formation) sind sämtlich klein, ganz oder fast ganz von den Dimensionen unseres winzigen Klippschliefers. Das echte Typotherium der araukanischen und der Pampas-Formation erreichte dagegen die Größe eines Schweines.

Die Toxodontier, Typotherien und Klippdachse stellen mehr oder minder unfruchtbare, wahrscheinlich schon früh auch räumlich abgesonderte Sprossen im großen Huftierstamm dar. Das macht sie heute so rätselhaft. Wendet man sich von ihnen den echten Huftieren im engen Sinne, den Unpaarzehern (Nashorn, Tapir, Pferd) und den Paarzehern (Nilpferd, Schwein, Wiederkäuer) zu, so erscheinen trotz des ungeheuren Gewirres der Formen die Grundlinien unvergleichlich viel klarer. Die beiden Gruppen sind in sich ziemlich einheitlich, grenzen sich aber gegeneinander scharf ab. Trotzdem macht schon die einfachste theoretische Erwägung wahrscheinlich, daß sie stammesgeschichtlich ganz unten doch nahe zusammenlaufen. Das einhufige Pferd, die zweihufige Antilope, das dreihufige Nashorn, der vierhufige Hippopotamus: sie erwecken sämtlich den Verdacht, die verschiedenen Varianten der (aus Anpassungszwecken erworbenen) Verkümmerung eines ursprünglich fünfzehigen Fußbaues zur Anschauung zu bringen, oder mit anderen Worten: sämtlich Nachkommen alter Fünfhufer zu sein. Allerdings zeigt die genauere Betrachtung sogleich, daß die beiden großen Gruppen von heute jede im ganzen einen besonderen, der anderen entgegengesetzten Typus in der Art dieser Verkümmerung vorstellen: bei den Unpaarzehern, deren Gipfel das einhufige Pferd bildet, verkümmern die huftragenden Zehen gleichmäßig von außen nach innen, so daß schließlich genau die Mittelzehe als einzige, mächtig verstärkte übrig bleibt; bei den Paarzehern dagegen halten sich die dritte und vierte Zehe als Grundstock, so daß als Höhepunkt hier nur eben ein „Zehenpaar“ entstehen kann. (Vergl. auf dem Bilde S. 499 Fig. V—XIII). In diesem Sinne müßte man sich zwei früh divergierende Zweige denken, die von fünfzehigen Ahnen jeder in seiner Weise sich emporgegipfelt hätten. Fünfzehige Formen, die jenem Urtypus noch jetzt

entsprächen, giebt es lebend auf der Erde nicht. Die fünfzehigen Elefanten kommen ihres sonst sehr stark abweichenden Baues wegen nicht in Betracht. Denn man müßte sich ja auch, abgesehen von der Zehenzahl, z. B. im Zahnbau gewisse andere einfache grundlegende Verhältnisse bei diesen primitiven Ausgangsformen als vorhanden denken. Da Paar- wie Unpaarhufer mit sehr specialisierten Formen schon im Tertiär auftreten, würde es, allgemein betrachtet, nicht verwunderlich sein, wenn der gemeinsame Stammtypus heute längst ausgestorben wäre. Suchen müßte man seine Reste mindestens im Eocän. Und hier hat denn die Paläontologie wirklich einmal wieder am rechten Fleck der Theorie ausgeholfen. Im ältesten Eocän, vor allem in jenen Puerco- und Wahsatchschichten Nord-Amerikas, liegen Vertreter jener ganz niedrigen Huftierordnung, die oben im Zusammenhang bereits als die der Condylarthra genannt ist.

Mit den Condylarthren hat man in Händen, was gesucht wurde. Sie eröffnen die paläontologische Folge der echten Huftiere. Ihre Füße sind noch ausgesprochen fünfzehig. Alle übrigen Merkmale entsprechen einer überaus primitiv gebauten Stammgruppe. Schon oben ist erwähnt, daß die Beziehungen zu gewissen gleichzeitig lebenden Placentalsäugern, in denen wir die Vorfahren der Raubtiere, und zu andern, in denen wir wahrscheinlich die Ahnen der Halbaffen und Affen suchen müssen, noch so stark sind, daß man sich berufen fühlen könnte, alle drei zu einer Ordnung zu verschmelzen. Das Gehirn, wie es durch Schädelausgüsse sichtbar wird, ist außerordentlich klein und unentwickelt. Auch das spricht für eine echte Stammgruppe, daß sich keine bizarr ausgebildeten, großen Formen dabei finden, sondern die meisten Arten klein sind, von der Größe eines Marders an bis (als Maximum) zu der eines Tapirs, mit vollständigem Gebiß, ohne abnorm entwickelte Stoßzähne oder Hörner. Von einer Gattung, Phenacodus, hat man jetzt sehr schön erhaltene, noch ganz zusammenhängende Skelette, nach denen sich der Umriß des lebenden Tieres ziemlich gut wiederherstellen läßt. Es will noch nicht recht wie ein Huftier aussehen, wahrscheinlich war die Ähnlichkeit mit einem Raubtier, die so mancher Zug des Skelettes wahrt, auch äußerlich unverkennbar. Der Zahnbau weist auf einen „Allesfresser", wie es heute einigermaßen noch die Schweine sind. Wie das Fell beschaffen gewesen sei, bleibt natürlich offene Frage. Wenn der Zeichner der mitgeteilten Rekonstruktion eine Längsstreifung angedeutet hat, so liegt dem wenigstens der sonst im Säugerreich gut bestätigte Gedanke zu Grunde, daß Formen, die später Querstreifen zeigen, ursprünglich mit einer Längsstreifung einsetzen, die erst auf dem Umwege zu der andern wird, daß die Längsstreifen sich in Fleckenreihen auflösen und diese, wieder zusammenfließend, Querlinien bilden. Da heute bei den Pferden, die, wie wir sehen werden, wohl direkt bis auf Phenakodus zurückgehen, ausgesprochene Querstreifung (Zebra)

vorkommt, so kann der Phenakodus selbst recht wohl die ursprüngliche Längszeichnung besessen haben. Direkt sichtbar (wahrscheinlich) im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes) ist eine Längsstreifung heute noch bei den Jungen des amerikanischen Tapirs und unseres Wildschweines.

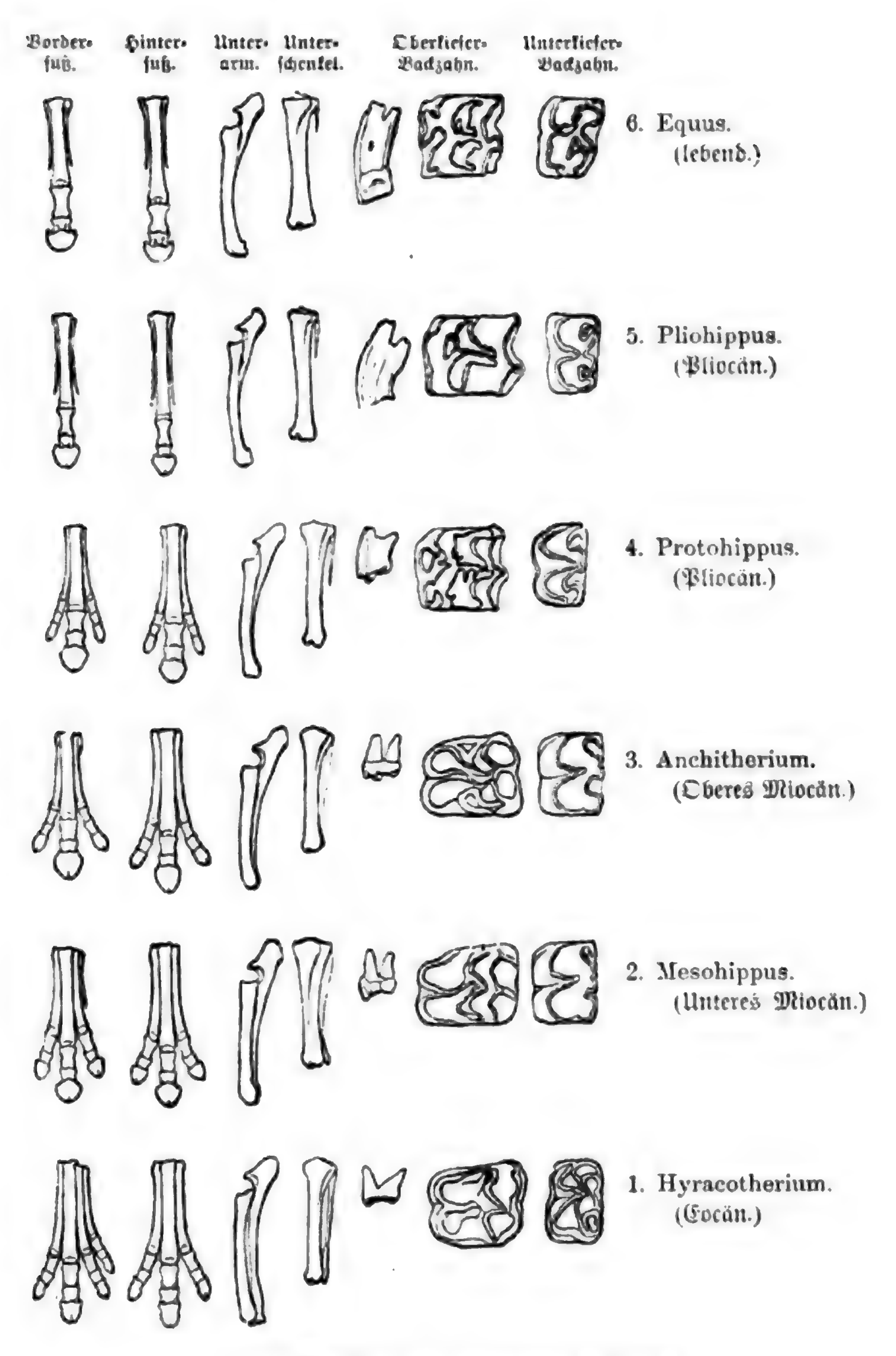


Ein Ur-Huftier der ältesten Eocän-Zeit:
der Phenacodus primaevus aus der heute ganz ausgestorbenen Ordnung der Condylarthra.

Oben eine Rekonstruktion des lebenden Tieres nach Hutchinson und Smit, unten ein vollständig erhaltenes Skelett aus dem unteren Eocän des Bighornflusses in Wyoming (Nord-Amerika) nach Cope. Das Tier erreichte die Größe eines Tapirs. Es besitzt an allen vier Füßen fünf vollkommen entwickelte Zehen und bildet die Ausgangsform vor allem des Stammbaumes der Pferde, der in Formen gipfelt, bei denen schließlich nur noch eine einzige Zehe an jedem Fuß in Thätigkeit ist.

Wenn es auch keine Mühe macht, sich zu denken, daß die heutigen Paarhufer sowohl wie die Unpaarhufer aus gemeinschaftlichen fünfzehigen Urformen vom allgemeinen Habitus des Phenakodus hervorgegangen seien, so ist doch im Fußbau dieses Phenakodus selbst schon eine gewisse Neigung nach den Unpaarhufern hin unverkennbar. Die dritte Zehe tritt als längste vor und deutet ganz sachte schon auf den Weg, der im Pferde mit seiner „einzigen" dritten Zehe gipfelt. Folgen wir zunächst einmal dieser Linie. Durch glückliche paläontologische Funde ist sie zu einer ganz besonders instruktiven geworden, die gradezu als Stichprobe auf die Möglichkeit einer exakten paläontologischen Begründung von „Stammbäumen" in der Tierwelt gelten kann.

Von den drei einzigen heute noch lebenden Gruppen der Unpaarhufer, den Nashörnern, Tapiren und Pferden, ist die letzte und wichtigste auch die geistig wie körperlich am meisten entwickelte. Das Pferd stellt eine der Kronen im Säugerstamm dar. Es ist gewissermaßen vom technischen Standpunkt aus die vollkommenste Lösung des Problems der Huftiere, des Problems der möglichst schnellen, unbehinderten Bewegung auf einer freien Ebene. Wie die meisten dieser vollkommenen, harmonischen Anpassungen aber, in denen jede Körperfaser gleichsam ganz fleischgewordener Zweck ist, entzückt es auch durch hohen ästhetischen Reiz. Und die Freiheit, die der prachtvolle Bewegungsmechanismus an sich schon verlieh, im Bunde mit der in glücklicher Stunde begründeten Anschmiegung an den geistesgewaltigsten Stammesgenossen, den Menschen, hat ihm nicht minder ein intellektuelles Übergewicht verschafft, das sein Gehirn hoch heraushebt über alle seine alten Ahnen und Vettern. Dennoch ist auch das Pferd (so wenig wie der Mensch) ein plötzliches Geschenk des Himmels an die Erde gewesen. Unendliche Zeiträume haben daran gewirkt, dieses herrliche Knochen- und Muskelgewebe so erstehen zu lassen, wie es heute unser Auge begeistert. Noch in der Eocän-Zeit selbst, also im Beginn des Tertiär, hat sich — und zwar wahrscheinlich in Nord-Amerika — aus jenem fünfzehigen Phenakodus eine Tiergruppe entwickelt, die wir als die Hyracotherien bezeichnen wollen (nach der in der Zehenzahl begründeten Ähnlichkeit mit dem Klippschliefer Hyrax). Mit ihnen war die aufsteigende Linie der Unpaarhufer, die im lebenden Pferde gipfelt, endgiltig angelegt. Der Leser betrachte die Fig. 1 (unten) der nebenstehenden Bilderreihe. Er sieht da Vorder- und Hinterfuß, Unterarm und Unterschenkel, sowie einen oberen und einen unteren Backzahn eines solchen Hyracotheriums. Der Vorderfuß zeigt mit vollkommener Deutlichkeit vier Zehen, also eine weniger als Phenakodus. Unter diesen vieren ist eine der inneren, der Zahl nach die dritte, jetzt schon auffällig in den ganzen Dimensionen bevorzugt, während am Rande eine andere die (ursprünglich fünfte des Phenakodus) umgekehrt auch auf dem Wege zur Verkümmerung



Beweisstücke für den Stammbaum der Pferde.

(Nach Marsh.)

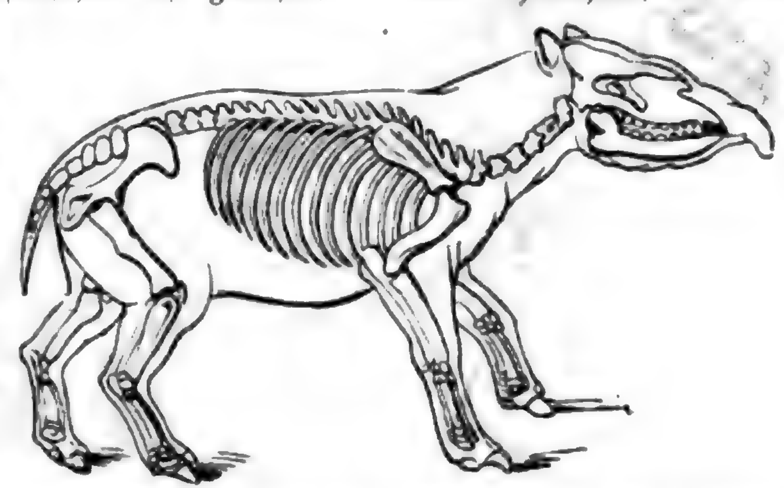
Fig. 1—6 zeigen (von unten nach oben) die Umwandlungen in der Zehenzahl, im Bau der Arm und Schenkelknochen und in der Bildung der Backenzähne bei sechs Vertretern des Stammbaums von der älteren Eocän-Zeit bis auf die Gegenwart. Vergl. Text S. 662 ff.

zu sein scheint. Am Hinterfuß ist denn auch richtig diese Zehe bereits total verschwunden, so daß hier ein rein dreihufiger Fuß erscheint. Bei den Arm- und Schenkelknochen finden sich Elle und Speiche, Schienbein und Wadenbein deutlich getrennt, — ein Verhältnis, das noch sehr beträchtlich vom Bau des heute lebenden Pferdes abweicht, wie ein Blick auf die Fig. 6 (die oberste der Reihe) beweist. Eine ähnliche starke Differenz liegt im Bau der Backenzähne. Die Hyacotherien waren noch keine so ausschließlichen Pflanzenfresser wie die heutigen Pferde, ihr Gebiß ist das von „Allesfressern", mit spitzhöckerigen, niedrigen Backzähnen im Gegensatz zu den hohen Zahnprismen mit verkümmerten Wurzeln, wie sie das echte Pferd als gewaltiges Instrument zum Zermalmen der Pflanzennahrung besitzt. Sämtliche Hyracotherien waren kleine Tiere. Bei der echten Gattung Hyracotherium, die in Europa wie in Nord-Amerika vorkommt, schwankt die Größe zwischen Fuchs und Hühnerhund. Ähnlich waren Eohippus und Orohippus (Pachynolophus), deren Reste vielfach in Nord-Amerika gefunden werden.

Von den Hyracotherien, über deren Rolle als Ausgangspunkt des engeren Pferdestammbaums kaum noch ein Zweifel besteht, war dann die Fortsetzung nach oben hin wahrscheinlich folgende. Aus Vertretern jener Hyracotherium, Orohippus und Eohippus erwuchs um die Wende zum Miocän (wieder wohl in Nord-Amerika) eine Tierform, Mesohippus, die sich von den Hyracotherien vor allem durch die vorne wie hinten bereits ausgesprochene Dreizehigkeit unterschied; nur ein kleines Rudiment mahnt am Vorderfuß noch an die verkümmernde vierte (in der Reihenfolge der fünf Phenakodus-Finger fünfte) Zehe bei Hyracotherium. Mesohippus Bairdi erreichte die Größe eines Schafes.

Parallel zu dieser regelrechten amerikanischen Fortsetzung des Pferdestammes scheint sich im oberen Eocän Europas aus den (früher wohl schon aus Amerika eingewanderten) Hyracotherien als unfruchtbarer Seitenast eine Tiergruppe entwickelt zu haben, die durch Cuviers Montmartre-Forschungen berühmt geworden ist: die Paläotherien. Auch hier ist die Dreizehigkeit ausgesprochen da, manches im sonstigen Bau und die ausschließliche Beschränkung auf Europa giebt dem Palaeotherium aber etwas Isoliertes, das in ihm keinen Vertreter des gradlinigen Pferdestammes, sondern eine gleichsam sekundäre, altweltliche Begleiterscheinung vermuten läßt. Durch ihre Häufigkeit und die beträchtliche Größe einzelner Arten sind freilich grade diese Paläotherien früh in den Vordergrund des Interesses gerückt worden und haben zuerst (bei Owen 1857) auf die Annahme geführt, daß unser Pferd ein Sproß dreizehiger frühtertiärer Ahnen sei. Zu Tausenden müssen Tiere dieser Gattung das Terrain der heutigen Schwäbischen Alb bewohnt haben, wo ihre Knochen nachher massenhaft in die Spalten des Jurakalks hineingeschwemmt wurden, und nicht minder

große Mengen belebten offenbar die Ufer des Gipssees von Paris. Hier stellte Cuvier sein Palaeotherium magnum zusammen, wie es unser Bild zeigt. Im Umriß scheint es stark dem Tapir zu gleichen. Beim näheren Zusehen gewahrt man aber die drei Hufe an allen vier Beinen, wie sie heute nicht der Tapir, sondern das Nashorn besitzt, und dem Nashorn glich auch diese größte Paläotherien-Art in den Dimensionen ihres Leibes. Der tapirartige Rüssel, den Cuvier glaubte beifügen zu müssen, ist von Gaudry wieder fortgestrichen worden. Jedenfalls ist die Ähnlichkeit mit den hochbeinigen, pferdeähnlichen Tieren eine unverkennbare auch in diesem abirrenden europäischen Ast gewesen, — eine Ähnlichkeit, die der lebende Tapir nur ganz mangelhaft wiedergiebt.

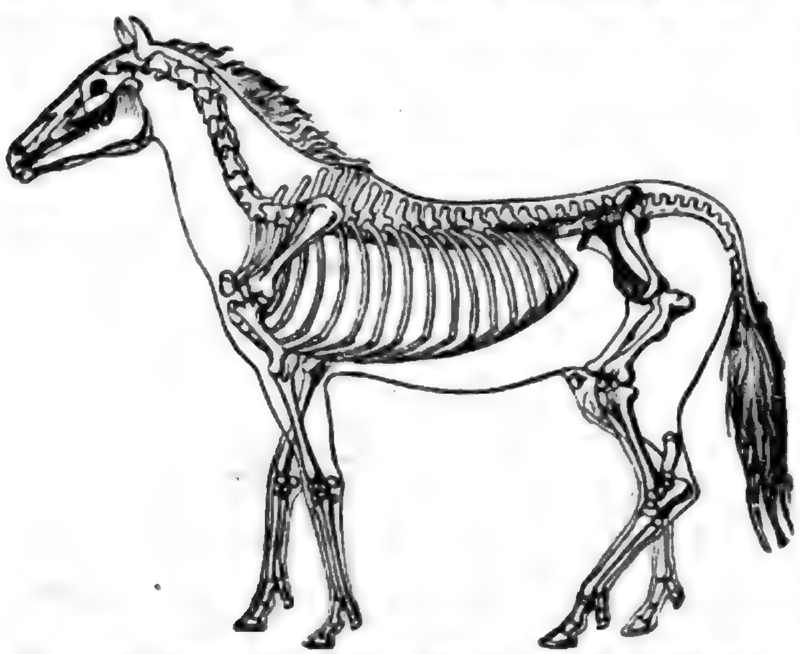


Ein pferdeartiges dreizehiges Huftier der Eocän-Zeit (Tertiär): das Palaeotherium magnum aus dem Pariser Gips. (Vergl. die Bilder S. 94 und 95.)

Die hier gegebene Rekonstruktion stammt von Cuvier und war eine der ersten, die bei einem ausgestorbenen Tiere nach zerstreuten Resten versucht wurde. Ein später gefundenes zusammenhängendes Skelett bestätigte im wesentlichen die genialen Schlüsse des Meisters, bloß über die Existenz des von Cuvier zugesetzten tapirartigen Rüssels streitet man sich noch.

Die (wahrscheinlich) nächste echte Pferdestammform ist das Anchitherium (auch Miohippus genannt), das in zahlreichen Arten das miocäne Nord-Amerika durchstreifte, in einer einzigen Form (A. Aurelianense) aber auch in Frankreich, Süddeutschland und Österreich auftaucht. Wie die Figur 3 des Bildes auf S. 663 zeigt, ist der Rest einer vierten Zehe am Vorderfuß jetzt auf das äußerste Minimum reduciert. Noch eine Stufe weiter — und wir stehen bei Tieren, die systematisch schon mit den heutigen Pferden in dieselbe Unterfamilie gebracht werden müssen, wenn auch der Knochenbau zunächst noch charakteristische kleine Unterschiede wahrt. Da erscheint im nordamerikanischen Pliocän Protohippus von der Größe eines Esels, vorne wie hinten absolut dreizehig, mit markant hervorgedrängter Mittelzehe, neben der die beiden andern nur mehr schwache, den Boden nicht mehr berührende Afterzehen darstellen (Fig. 4 des Bildes S. 663). Jedenfalls nahe zu dem Kreise dieses charakteristischen Übergangsstadiums gehört auch das vortrefflich bekannte, weit verbreitete Hipparion. Zahlreiche Reste dieses Tieres liegen im oberen Miocän und im Pliocän nicht bloß Nord-Amerikas, sondern abermals wieder wohl als Zeugnisse weiten Wanderns über alle durch Landbrücken irgendwie zugänglich gemachten Flachländer der nördlichen Halbkugel auch in Süd-

Deutschland, Frankreich, Ungarn, den ganzen Mittelmeerländern (Pikermi-Fauna), ja selbst in Persien, Ost-Indien und China (Sivalik-Fauna). Das Hipparion war eigentlich schon ein vollkommenes Pferd, wie es auch der Umriß des restaurierten Münchener Skeletts hier unten darstellt. Der Bau war zierlicher, die Größe hielt noch etwa die Mitte zwischen Zebra und Esel. Dennoch hätte wohl jeder Beschauer die schweifenden Herden für regelrechte Wildpferde gehalten, und erst bei genauem Zusehen würde ihn der Bau der Füße stutzig gemacht haben, wo sich neben dem einen großen, tragenden Huf auch hier jene zwei kleinen, zwecklosen Afterzehen noch als Rest der alten Mehrzehigkeit erhalten zeigten. Am Skelett weist Hipparion sogar noch eine allerletzte, verschwindende Andeutung der vierten Zehe, wie es denn überhaupt manche Züge besitzt, die in ihm abermals einen leicht aberranten Seitensproß der Hauptlinie argwöhnen lassen, der trotz seiner immens weiten Verbreitung doch selber den großen Stamm nicht weitergetrieben hat.



Ein naher Verwandter unseres Pferdes aus der Tertiär-Zeit:
das Hipparion gracile aus dem unteren Pliocän von Pikermi bei Athen.
Das Hipparion besaß dreizehige Füße, wie sie heute bei unsern Pferden nur noch in seltenen Ausnahmefällen als abnormer Rückschlag (vergl. S. 668) vorkommen. Bei uns muß das Hipparion sich besonders im Rheintal bei Worms zur Miocän-Zeit in großen Scharen getummelt haben.
(Das Bild nach einem restaurierten Skelett im Münchener Museum.)

Wie es sich nun damit verhalte, jedenfalls ist dieser über verwandte Formen etwa wie Protohippus noch im Pliocän jetzt rasch seinem großen Endergebnis nahe gekommen. Nachdem ein dem Hipparion naher, gedrungenerer Typus als Hippidion sich im Gefolge jener großen, S. 636 geschilderten Einwanderung von Nord- nach Süd-Amerika auch zwischen die Megatherien und Toxodontier der Pampas gemischt, geht mit dem Pliohippus der Loup-Fork-Schichten Nord-Amerikas das Pferdeproblem mit Riesenschritten jetzt auf seine Lösung zu: die Afterzehen schmelzen zu dünnen Griffeln ein (Fig. 5 des Bildes S. 663). Das echte „Pferd" (Equus) ist bisher merkwürdigerweise zuerst in den obermiocänen Sivalikschichten Ost-Indiens nachgewiesen worden, erst später (im Pliocän) findet es sich in den Mittelmeerländern und in den Equus-Schichten (vergl. S. 636) Nord-Amerikas

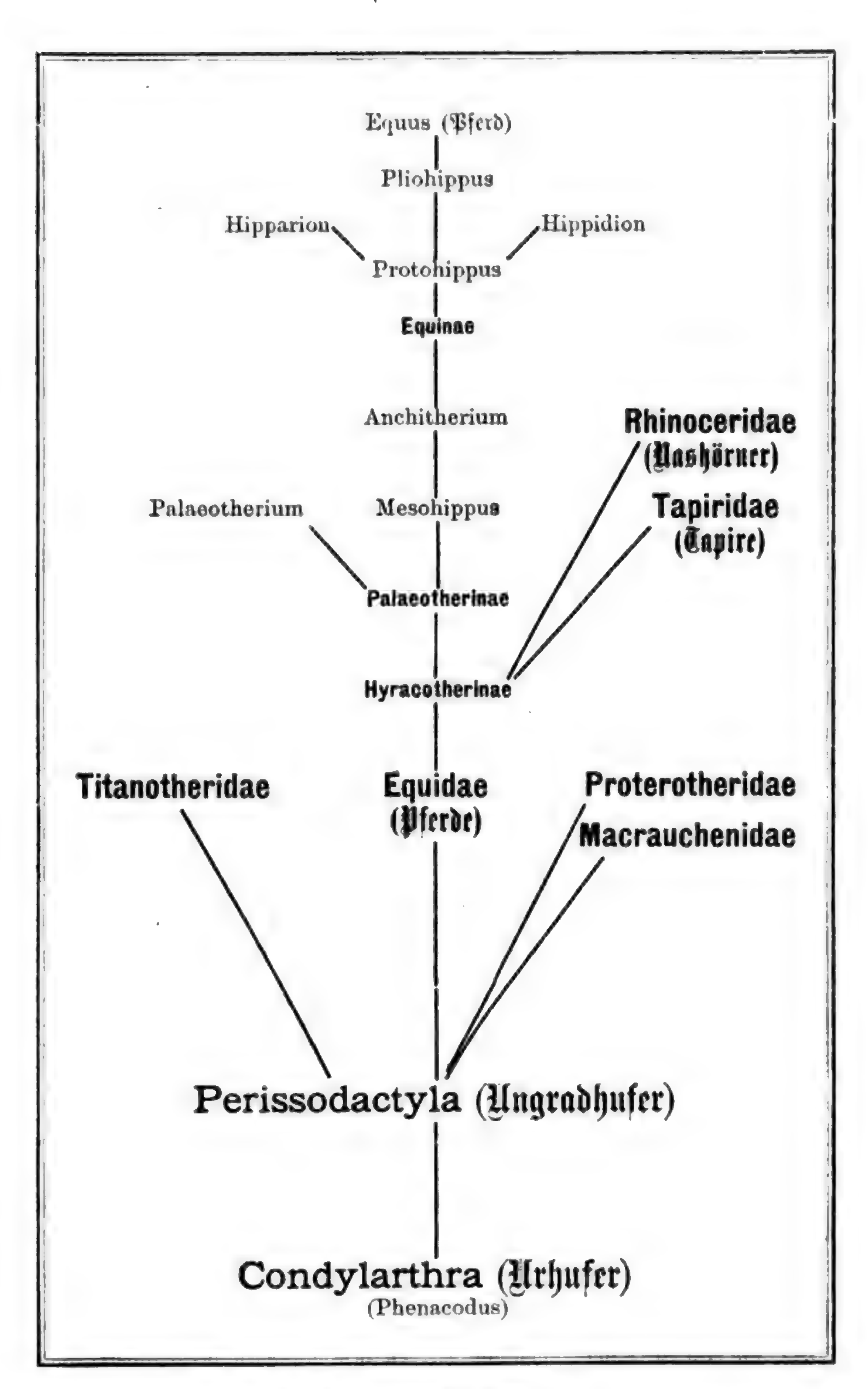
Diese letzte Phase des großen Schauspiels umschließt noch allerlei Rätsel. War, nachdem vom Phenakodus an alle Anzeichen so stark für Nord-Amerika als den eigentlich prädestinierten Schauplatz der Genesis des Pferdes gesprochen haben, doch die Krönung des Baues, die Entstehung des echten Pferdes, Asien vorbehalten? Oder ist es bloß ein Zufall, der uns diesmal den nordamerikanischen Bildungsherd verschleiert? Und ist auch jenes frühe Sivalik-Pferd also nur ein Einwanderer, den Asien bloß von dort über eine Landbrücke in der Gegend der heutigen Beringsstraße zuerst erhalten hat? Ich will dem Leser nicht verhehlen, daß eine Anzahl tüchtiger Forscher dem ganzen oben mitgeteilten amerikanischen Stammbaum des Pferdes nur eine bedingte Giltigkeit beimißt, — nämlich in ihm nur eine specifisch amerikanische Linie, die in Equus gipfelt, sieht, zu der es eine vollständige, absolut unabhängige Parallellinie in Europa gegeben haben soll, die schließlich und etwas früher sogar noch ebenfalls in Equus ausgelaufen sei. Wir haben gesehen, daß mehrfach den amerikanischen Formen analoge Typen der mitgeteilten Reihe auch in Europa auftraten und daß Anläufe zu Seitenlinien (z. B. bei Palaeotherium) grade hier gelegentlich ebenso evident waren. Aber ein Übergreifen nordamerikanischer Säuger in die alte Welt fand im ganzen Tertiär unausgesetzt statt, und die altweltlichen Sonderzweige machen viel eher den Eindruck steriler Sprossen, die der fremde Boden zwar im Banne neuer Anpassungen weckte, aber nicht in der großen Linie weiter zu treiben vermochte. Die Annahme, daß in zwei Erdteilen unabhängig dieselbe Form Equus als Resultat entstanden sei, enthält aber an sich eine solche Unwahrscheinlichkeit, um nicht zu sagen, Ungeheuerlichkeit, daß nur die stärksten Argumente den Zweifel bannen könnten. Von solchen ist in dem bisher Gebotenen aber auch nicht eine Spur vorhanden, und so wird man im ganzen an dem amerikanischen Pferde-Stammbaum als dem ursprünglichen und maßgebenden festhalten müssen, — was denn immerhin Mut macht, auch für die endgiltige Schöpfung von Equus selbst aus Pliohippus einen nur bislang nicht erforschten Winkel Nord-Amerikas als „Paradies“ anzunehmen.

Eine andere Wunderlichkeit bei dieser letzten Etappe der Stammtafel liegt darin, daß grade in demselben Amerika, das eine so ungeheure Zeitspanne vom ältesten Eocän an das bevorzugte „Pferdeland“ war, bei seiner Entdeckung durch die Spanier im 15. Jahrhundert thatsächlich kein Stück eines wilden oder gezähmten Pferdes mehr vorhanden war. In der alten Welt hat das Pferd, obwohl es im Sinne des oben Gesagten vielleicht nur ein fremder Einwanderer war, sich über die Eiszeit weg bis ins Licht der menschlichen Tradition hinein glatt erhalten, und heute noch lebt es wild in stattlichen Scharen als Zebra und Quagga in Afrika, als Dsiggetai und Kulan in den Steppen Mittel-Asiens. Was hatte in Amerika so spät noch und grade vor der vollkommensten Form dem Pferdetypus das Todesurteil

gesprochen? Das Terrain war wenigstens an vielen Stellen nachweislich nicht anders geworden. Als jene Spanier von Europa her Pferde in die Pampas brachten, wo einst das alte Pferd gelebt hatte, verwilderten sie alsbald, — heute erfüllen sie die Grassteppe in zahllosen Scharen: gewiß kein Zeichen, daß die Gegend für die Existenz schweifender Wildpferde ungeeignet geworden wäre. Vielleicht ist es eine Seuche gewesen, die als schreckliche Walze gleichsam über den ganzen Kontinent ging, vielleicht ein Giftinsekt gleich der gefürchteten Tsetse-Fliege Süd-Afrikas, das sich nachmals selbst verlor, nachdem es die Prärien und Pampas leer gemordet, — wer weiß es!

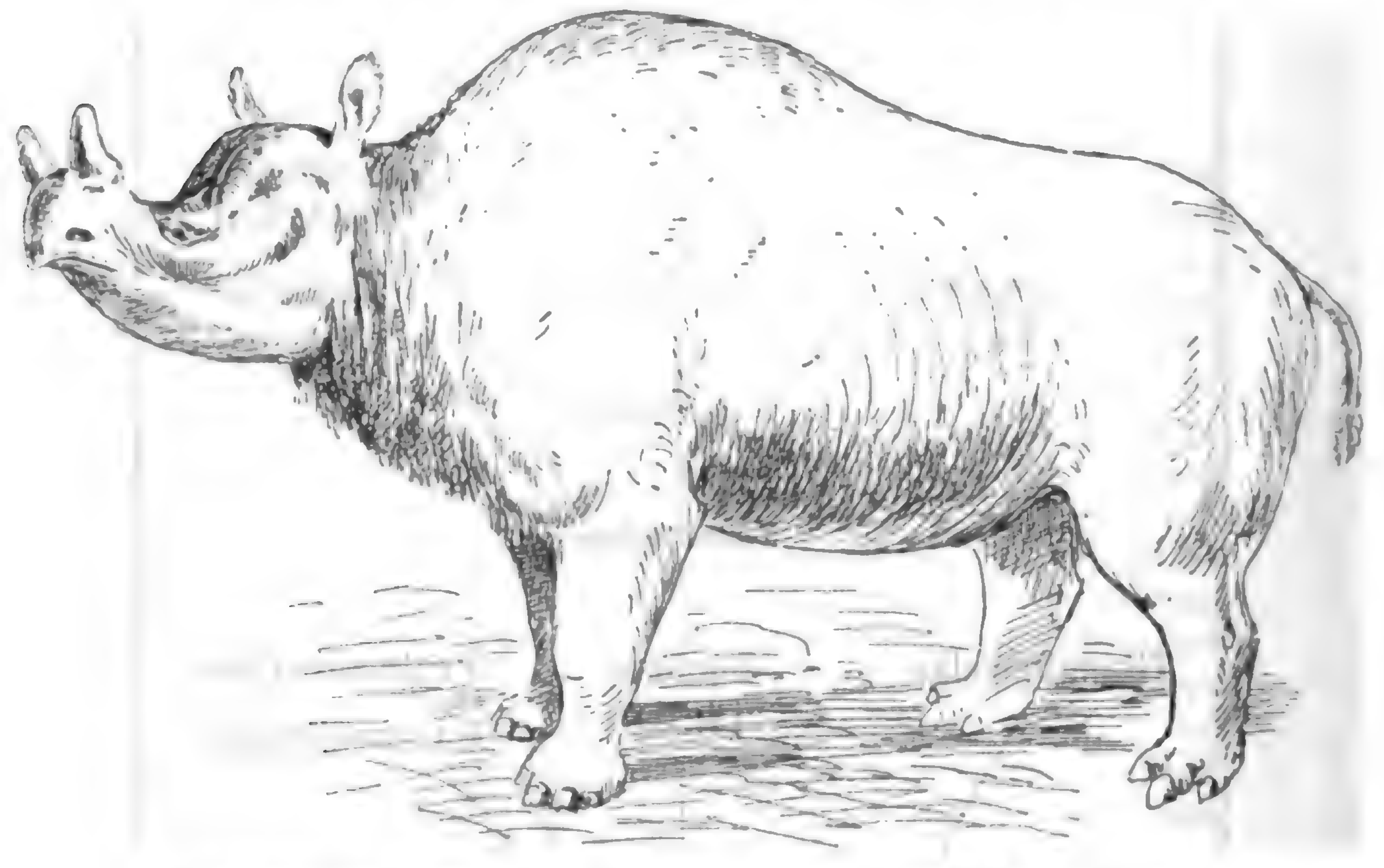
Trotz dieser Rätsel im engeren bleibt die Abstammungsgeschichte der einhufigen Pferde von fünfzehigen Ahnen der Eocän-Zeit ein glänzendes Kapitel aus der Entwickelungsgeschichte des Säugerreiches. Hier liefert die Praxis in greifbaren Skeletten, was man sonst der Willkür mehr oder minder vager Theorie überlassen glaubt. Vermutungsweise wäre man ja auf die Grundthatsachen wirklich auch so geraten. Kommen doch als seltene, ganz vereinzelte Abnormität heute noch Pferde vor, die neben dem Haupthuf noch echte Afterhufe entwickelt zeigen, also einen wahrhaftigen Rückschlag (Atavismus) auf Protohippus und Hipparion darstellen. „In den sechziger Jahren," erzählt Rütimeyer, „wurde in München unter dem Titel „Hirschpferd" ein Pferd gezeigt, das veritable Hipparionfüße zeigte. Sämtliche Griffelbeine der vier Extremitäten trugen Finger, respektive Zehen. Die sogenannten Kastanien waren an allen vier Gliedmaßen vorhanden und kräftig entwickelt, sämtliche vier Sporne fehlten ganz und gar. An den Vorderfüßen war der mediale Afterhuf (zweite Finger), an den Hinterfüßen der laterale (vierte Zehe) am entwickeltsten. Da die Afterhufe sämtlicher Extremitäten den Boden nicht erreichten und also nicht abgenutzt wurden, so hatten sie eine beträchtliche Länge erreicht und waren hornartig gebogen. Derartige Fälle gehören zu den großen Seltenheiten, doch wurden sie auch schon in früheren Zeiten beobachtet. Der berühmte Bucephalus Alexanders des Großen soll ein solches Tier gewesen sein. Ja, dieser Atavismus soll sich in einzelnen Fällen auf die Nachzucht, was allerdings von vornherein wahrscheinlich, vererbt haben. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß man sich nach und nach durch ein einziges derartiges Tier einen Stamm von Hipparionpferden erzüchten könnte. Allerdings liegt es durchaus nicht im wirtschaftlichen Interesse, in solcher Beziehung reaktionär zu werden." (Vergl. hierzu das Bild S. 103.)

Wir haben von unfruchtbaren Seitensprossen des Pferdestammes gesprochen, wie z. B. die Paläotherien einen darstellten. Aber an gewissen tiefen Stellen zweigen sich von Gliedern dieser Kette nicht bloß kleine Sprossen, sondern ganze große Linien ab, deren Vertreter zum Teil heute auch noch leben. Der alte Phenakodus ist der Urahne der Pferde, aber er



Der Stammbaum der Unpaarhufer.

ist gleichzeitig Ausgangspunkt mehrerer gänzlich von diesen verschiedener Familien der Unpaarhufer. Ebenso sind aus den etwas späteren Hyracotherien neben den Pferden selbst ziemlich sicher auch die Tapire und die Nashörner entsprungen. Ein Blick auf den vorstehenden Stammbaum wird diese Verzweigung des großen Unpaarhuferastes vollkommen deutlich machen; für die Hauptpunkte der Konstruktion sind die von Zittel im



Der Brontops (Titanotherium) robustus, ein gewaltiges Huftier der älteren Tertiär-Zeit.

Brontops gehört zu der gänzlich ausgestorbenen Unpaarzeher-Familie der Titanotheridae. Er erreichte eine Höhe von $2^{1}/_{2}$ m, also fast die Größe des Elefanten. Zwei Nasenhörner sitzen nebeneinander. Zahlreiche Reste, aus denen Marsh das ganze Skelett zusammenstellen konnte, fanden sich im unteren Miocän von Nebraska, Dakota und Colorado in Nord-Amerika. (Der hier gebotene Versuch einer Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit.)

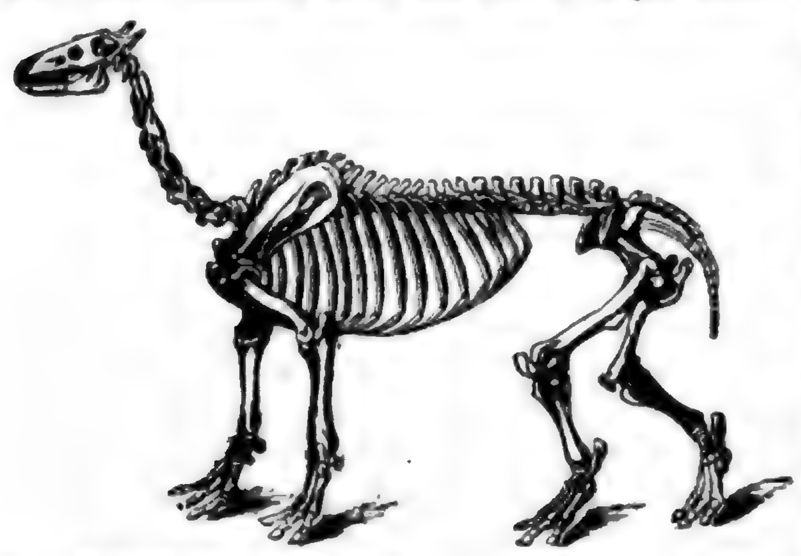
letzten Bande seines „Handbuchs der Paläontologie“ (1892/93) skizzierten Stammtafeln benutzt.

Von den drei Familien, die sich außer den Pferden (Equidae) noch von Phenacodus als Unpaar- oder Ungradhufer abtrennen, ist keine einzige lebend bis auf die Gegenwart gekommen. Da sind zunächst die Titanotheriden (Titanotheridae), vom oberen Eocän bis ins Miocän hauptsächlich in Nord-Amerika verbreitet. Es waren große, schwerfällig gebaute Tiere, im ganzen Typus wohl am meisten dem Nashorn vergleichbar, aber zum Teil fast von Elefantengröße. Die Füße besaßen vorne vier und

hinten drei vollentwickelte, den Boden berührende Zehen mit Hufen, entsprachen also ungefähr dem Tapir. Das Gebiß weist auf Allesfresser. Am sonderbarsten sind die miocänen Formen, von denen eine, der Brontops robustus, in einer anschaulichen Rekonstruktion vorgeführt sei. Der Schädel dieser Tiere zeigt am vorderen Ende der Stirnbeine jederseits einen großen Knochenzapfen. Diese Zapfen müssen dem Kopf schon ohne besonderen Hornaufsatz eine Zier und Waffe nach Art der Rhinoceroshörner gegeben haben, bloß daß sie nicht, wie bei den lebenden Nashörnern, hintereinander, sondern nebeneinander standen und als feste Knochenmasse zum Schädel selbst gehörten. Saßen aber gar noch wirkliche Hörner darauf, so war die Rhinoceroswaffe an Furchtbarkeit weit überboten. Um so winziger ist dafür die Schädelhöhle, — die Wucht der Stöße mußte ersetzen, was an Gehirndirektive abging. Auch die vollständigen Skelette dieser grotesken Sonderlinge verdanken wir der Energie von Marsh. Unter Umständen, die mehr an ein raffiniert spannendes Kapitel aus Coopers „Lederstrumpf" erinnern als an eine paläontologische Forscherarbeit, hat er die gigantischen Knochen, wie sie die Erosion aus Tertiärschichten der „Bad lands" (vergl. S. 630) von Dakota (am White River) losgewaschen hatte, den feindlichen Indianern und den ungünstigsten Witterungsverhältnissen zum Trotz nach New-Haven in sein Museum gerettet, abwechselnd in Gefahr, im eisigen Schneesturm der Wüste zu erfrieren oder unter den Speerwürfen und Pfeilen der Rothäute den Tod irgend eines skalpierten „Waldläufers" oder „Pfadfinders" zu erleiden. Ob mit den Titanotherien jene oben erwähnten Chalicotherien (S. 656) irgendwie in Parallele zu stellen sind, Tiere, die den Schädel eines Huftieres von ähnlichem Typus mit den Krallenpfoten beinah des Ameisenfressers verknüpft zu haben scheinen, ist eine vorerst noch vollkommen dunkle Frage.

Sehr wahrscheinlich aber bildeten analoge Seitenstämme vom Phenakodus aus zwei unpaarhufige Familien, die als Zeitgenossen der Megatherien, Glyptodonten und Toxodonten ausschließlich der isolierten südamerikanischen Fauna angehörten. Vertreter jener Condylarthren selbst, zu denen der Phenakodus zählt, sind allerdings aus Süd-Amerika nicht nachgewiesen. Eine Einwanderung von Säugetieren aus Nord-Amerika war ebenfalls, wie wir gesehen haben, vor dem Pliocän nicht möglich. Wie also diese Unpaarhufer schon im Eocän (Santa Cruz-Formation) nach Süd-Amerika gelangt sein sollen, ist zur Zeit nicht klar einzusehen. Wunderlich genug und einem so isolierten Erdenwinkel entsprechend schauen sie ja auch aus; aber die Abstammung von Phenakodus scheint doch unverkennbar, und irgendwie zu den Unpaarhufern gehören sie ganz unbedingt. Man unterscheidet zunächst die Proterotheriden (Proterotheridae). Über sie ist wenig zu sagen, da vollständige Skelette noch nicht da sind. Der Hinterfuß

einer späten Art, Epitherium laternarium, den Ameghino aus dem Pliocän beschrieben hat, zeigt drei Zehen, von denen aber zwei schon griffelartig dünn sind, so daß die Entwickelung auch hier wohl bei vollem Spielraum auf wirkliche Einhufer angelaufen wäre. Viel besser sind die Makraucheniden (Macrauchenidae) bekannt, deren Skelett in Burmeisters Rekonstruktion vorgeführt sei. Man denke sich ein hochbeiniges, aber sehr langgestrecktes Tier von Nashorngröße, das auf hohem Kamelshalse einen schmalen Kopf mit einem kurzen Rüssel trug; die Füße waren dreizehig wie bei Palaeotherium. Daß es schwer hält, für ein schon äußerlich so abnorm zusammengezimmertes Wesen den rechten Anschluß zu finden, liegt nahe. Als Darwin zuerst Reste von seiner ergebnisreichen Pampasfahrt mitbrachte, wies Owen auf die Kamelähnlichkeit trotz der ausgesprochen unpaarigen Zehen hin. Das ist in dem Namen verewigt, der an die amerikanische Kamelgruppe der Lamas (Auchenia) anknüpft und so viel wie Riesenlama besagt. Besser trifft noch die Bezeichnung als Lamatapir, in der wenigstens die Grundmischung im Bilde des Tieres gut wiedergegeben ist. Im alten Pampasbilde müssen diese mächtigen, charakteristischen Gestalten neben dem Kugelpanzer des Glyptodon und dem rohen Fleischberge des Riesenfaultiers einen sehr interessanten Anblick gewährt haben. Die furchtbaren, messerzähnigen Raubtiere, die im Pliocän von Norden einwanderten, mögen ihnen allerdings in Masse den Garaus gemacht haben, wobei es nicht an Scenen wie in Freiligraths „Löwenritt“ gefehlt haben wird. Von einer Umwandlung in die heute noch den Kontinent belebenden echten Lamas (Paarhufer!) kann schlechterdings keine Rede sein: auch hier ist im Diluvium ein scharfer Schnitt gemacht worden, genau wie bei dem Toxodon und Typotherium, und keine Makrauchenia hat ihn überlebt.



Ein riesiges Huftier aus einer völlig ausgestorbenen Familie der Unpaarhufer:
die Macrauchenia Patachonica
der Pampasformation von La Plata (Süd-Amerika).
Das höchst wunderliche Geschlecht der Macrauchenien glich in manchem den heutigen südamerikanischen Lamas, besaß aber die Größe des Nashorns und zählte dem ganzen Bau nach zu den Unpaarhufern. Wahrscheinlich trug es den Rüssel des Tapirs. Kein lebendes Tier läßt sich direkt mit ihm vergleichen.
(Das Skelett restauriert nach Burmeister.)

Die Bilder aller dieser alten, mehrzehigen Unpaarhufer würden uns noch viel fremdartiger vorkommen, wenn nicht noch zwei relativ altertümliche Formen als Ausläufer früher Seitenzweige etwa von den Hyracotherien ab lebend erhalten wären: die Tapire und die Nashörner. Schon im unteren Eocän kommen in Europa und Nord-Amerika tapirähnliche Tiere vor (Lophiodon und Heptodon), dabei Formen von Nashorngröße. Die lebende Gattung Tapirus erscheint dann im Miocän, wobei es lehrreich ist, daß alle europäischen Formen dem heute noch in der alten Welt (Süd-Asien) vorkommenden Tapirus indicus mehr ähneln als den lebenden amerikanischen Arten.

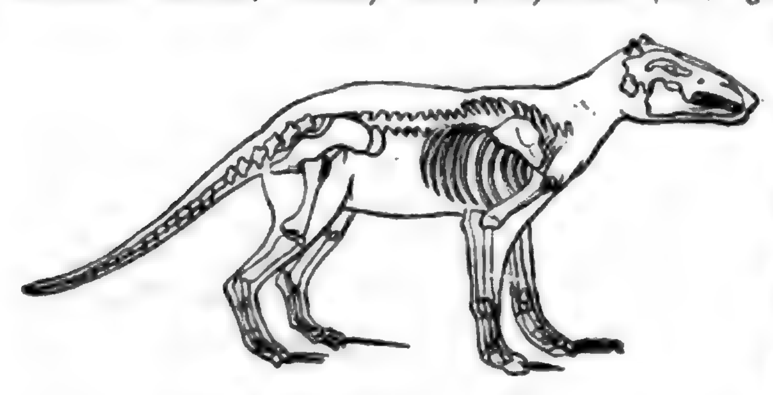
Die heute sämtlich dreizehigen Nashörner hängen in ihren ober-eocänen Anfängen unbedingt auch mit den Tapiren nahe der Gegend ihres Abzweigungspunktes von den Hyracotherien irgendwie zusammen, doch ist ihr Stammbaum im einzelnen noch sehr dunkel. Im Eocän und Miocän Nord-Amerikas tauchen verwandte Tiere auf, die aber noch Größe und Gestalt des Tapirs, ja beinah die Schlankheit von Pferden wahren (Hyracodontidae) und wohl einen unvollendeten Seitenzweig bilden. Das älteste echte Rhinoceros ist Aceratherium. Es setzt im Oligocän ein und bevölkert Europa (Quercy, Mainz, Öningen, Pikermi) wie Asien (Sivalik-Fauna) und Nord-Amerika bis zum Ende des Miocän. Aceratherium hat vorne noch vier Zehen gleich dem Tapir und entbehrt vollständig des charakteristischen Horns auf den Nasenbeinen. Diceratherium aus dem oberen Miocän von Oregon (Nord-Amerika) hatte dagegen schon zwei Hörner, allerdings auf jedem Nasenbein eines, also in jener Parallelstellung wie sie das Titanotherium zeigte. Bei Dihoplus derselben Zeit, der bei Mainz und Pikermi hauste, stehen die Hörner bereits hintereinander. Die typische, lebende Gattung Rhinoceros (neuerdings auch in mehrere zerspalten) geht denn auch bis ins Miocän zurück, und zwar in der Pikermi- und Sivalik-Fauna. Über die letzten Schicksale der diluvialen Nashörner in Europa und Sibirien wird im nächsten Kapitel noch einiges zu sagen sein. Damals lebte der Riese des ganzen Geschlechts, das Elasmotherium, dessen meterlanger Schädel wahrscheinlich ein kleines Horn auf der Nasenspitze und ein kolossales auf einer kuppelartigen Knochenwulst der Stirn trug (vergl. Bild Bd. I S. 41). In manchem entfernt sich grade dieses Elasmotherium sehr stark von den echten Nashörnern und kein Mensch weiß vorläufig, wie und woher es so spät nach Europa und Nord-Asien verschlagen worden ist, wo es möglicherweise erst der Mensch ausgerottet hat.

Überblickt man die ganze vielgestaltige Reihe all dieser Unpaarhufer vom Phenakodus bis zum Pferd, Tapir und Rhinoceros, der seltsamen Makrauchenia und dem Titanotherium: so wird einleuchtend, daß diese Huftiergruppe schon früh einen bestimmenden Rang im Tierbilde der Erde

sich erobert hatte, ihn aber nur in der Person eines einzigen Ausläufers, des Pferdes (und selbst hier wesentlich nur durch Nachhilfe des Menschen), heute noch wahrt; denn Nashorn wie Tapir sind nur mehr ganz vereinzelte, isolierte Gestalten unserer heißen Zone, und alles andere ist längst ausgestorben. Umgekehrt nun ist es bei dem zweiten großen Huftierast, den Paarhufern oder Gradhufern (Artiodactyla) gegangen, die wenigstens mit zweien ihrer Äste, den Schweinen und den Wiederkäuern, allenthalben auf der Erde vom Äquator bis zum Pol noch eine sehr augenfällige Rolle spielen, womit gut übereinstimmt, daß eine Anzahl ihrer besten Familien relativ noch jung sind. Mit den ausgestorbenen Formen unterscheidet man am besten etwa zehn Familien. Davon leben noch sechs, die aber unter sich keine einheitliche Masse bilden, sondern die Ausläufer mehrerer tiefgespaltener Äste darstellen. Die eigentliche Stammgruppe kann vorläufig nur vermutungsweise gesucht werden in uralten, früh eocänen Vertretern der Condylarthren, die zwar noch fünf Zehen besaßen, aber abweichend vom Phenakodus schon eine erste Tendenz im Fußbau dazu verrieten, das Hauptgewicht auf zwei innere Zehen, die dritte und vierte, zu legen, anstatt allein auf die dritte. Cope hat darauf hingewiesen, daß die Tendenz zur Einhufigkeit wahrscheinlich ebenso einer fortschreitenden Anpassung an das Leben eines ausgesprochenen Grasfressers in freier Ebene entspricht, wie die Neigung zur Verlegung der Achse zwischen zwei Mittelzehen, also zur schließlichen Zweihufigkeit, auf eine Anpassung an weicheren Sumpf- und Waldboden hinausläuft. Lange Zeit hat aber jedenfalls der Fuß, obwohl einmal entweder in diese oder jene Linie gedrängt, doch noch gleichsam gespielt mit den Möglichkeiten innerhalb beider Prinzipe, — und so sehen wir wie bei den Unpaarhufern (Nashorn, Paläotherium u. a.) drei Hufe, so bei gewissen Formen der Paarhufer (z. B. den noch lebenden Nilpferden) ausgesprochen vier Hufe entwickelt. Eine solche zunächst vierzehige Gruppe, wahrscheinlich auch hier vorläufig ziemlich kleine Tiere, wird man sich im Eocän als erste Etappe der echten Paarhufer über gewisse Condylarthren hinaus vorstellen müssen. Von ihr sind dann in einzelnen Sonderlinien oder in größeren Ästen die verschiedenen Familien abzuleiten. Dieser Urgruppe vielleicht noch nahe kommt man mit gewissen früheocänen kleinen Huftieren Nord-Amerikas, die das denkbar primitivste Gebiß zeigen und wahrscheinlich vier Zehen besaßen (Pantolestidae); leider ist über sie genaueres noch nicht bekannt. In Nord-Amerika (und nur dort) müssen sich an die Urformen schon im Eocän direkt angeschlossen haben die ältesten Vertreter eines heute völlig verschwundenen, Merkmale der Schweine und der Wiederkäuer bunt in sich vermischenden Stammes, der sogenannten Oreodontiden (Oreodontidae), deren erste Form, Protoreodon von Wyoming, gar noch Vorderfüße mit fünf Zehen besaß. Vierzehige Arten dieser Familie haben dann als echter Oreodon in großen Scharen die

untermiocänen Sumpfufer belebt, Tiere von der Größe des heutigen Pekari-Schweines (Dicotyles), aber ohne Hauer und schlanker, mit längerem Hals und Schwanz, aus denen weiter oben noch größere, tapirähnliche Gestalten mit starken Eckzähnen hervorgegangen sind. Im Pliocän ist die ganze Familie ohne Nachkommen erloschen. Was sie vereinigte, hatte sich inzwischen parallel in andern großen Zweigen heraufgearbeitet. Davon sind heute als ausgesprochene Vertreter der einen Seite die Nilpferde und die Schweine noch übrig. Obwohl unter sich stark verschieden, mögen sie doch beide ihre Wurzeln nahe beieinander in einer alten, ausgestorbenen Familie haben, die nach ihrem öfteren Auftreten in kohlenführenden Ablagerungen der alten Welt die Anthracotherien oder Kohlentiere (Anthracotheridae) genannt worden sind. Die sämtlich vierzehigen Kohlentiere lebten hauptsächlich im Oligocän und halten sich nur in Ost-Indien bis ins Miocän. Das echte Anthracotherium, das auch bei uns z. B. in den Braunkohlenmooren bei Bonn sich herumtrieb, schwankte in der Größe vom Schwein bis zum Nashorn, muß aber in der Gestalt am meisten dem Schwein geglichen haben. In Indien oder wenigstens im Bereich des Indischen Oceans sind aus den letzten Ausläufern dieser Tiere wahrscheinlich unsere Nilpferde (Hippopotamidae) erstanden, die mit ihren vier Zehen und dem ganzen sehr primitiven Skelettbau wie ein seltsames Fossil inmitten unserer Tierwelt stehen, — plumpe, mißproportionierte Gesellen, vor deren Gebaren man wohl besser als irgendwo sonst ein Bild gewinnt, wie es an den Schilfufern der tertiären Binnenwasser zugegangen sein mag. Die ersten Nilpferde tauchen im Pliocän Indiens auf (Sivalikschichten). Von hier sind sie in die Mittelmeerländer eingewandert und durch ganz Europa bis England hinauf. Die Reste kleiner, gleichsam verkümmerter Arten liegen in den diluvialen Knochenhöhlen von Sizilien und Malta. Noch in ganz nahe Zeit hinein haben Nilpferde die Sümpfe des inneren Madagaskar bewohnt. Das Altertum kannte sie noch im unteren Ägypten. Heute engt sich ihr Verbreitungskreis mehr und mehr aufs innere Afrika ein, wo sie eines Tages wohl auch verschwinden werden. Am Tage, da es geschieht, ist wieder ein echtes Stück Tertiär-Zeit sang- und klanglos eingesargt. Viel früher jedenfalls als die Nilpferde sind aus alten Anthrakotherien die Schweine hervorgegangen. Aus dem oberen Eocän von Wyoming hat man einen bärengroßen und wirklich vielfach an Raubtiere gemahnenden Schädel eines Urschweins, des Achaenodon robustus. Verwandte altertümliche Formen lebten in der alten wie neuen Welt im ganzen Miocän. Im altweltlichen Miocän tritt dann das erste echte Schwein unserer Gattung Sus auf, das nach Amerika ebensowenig übergewandert zu sein scheint, wie das Nilpferd. Dafür hat die neue Welt unabhängig aus alten Formen ihr Pekari (Dicotyles) entwickelt, das kleine, zierliche Nabelschwein, das sie heute noch in ihren Wäldern beherbergt.

Nach Ausschluß der Schweine und Nilpferde macht heute der Rest der Paarhufer einen relativ einheitlichen Eindruck, und die gangbare Systematik pflegt ihn denn auch unter dem Namen der „Wiederkäuer“ zusammenzufassen. Immerhin sind noch unter sich recht fremde Typen dabei, wie ein vergleichender Blick etwa auf einen Ochsen, einen Hirsch, eine Giraffe, ein Moschustier und ein Kamel lehren kann. Erst die Hinzunahme der fossilen Formen ermöglicht zugleich die rechte Sonderung und den rechten Überblick. Die Vorwelt liefert uns da zunächst eine große alte Mischgruppe, die ihre Hauptentfaltung im Eocän hatte, also auch zeitlich dem ganzen Rest voraufgeht, heute dagegen völlig ausgestorben ist. Nach ihrem bekanntesten Vertreter mag sie im ganzen als die der Anoplotheriden (Anoplotheridae) benannt werden, obwohl Anoplotherium selbst grade einen ihrer offenbar total unfruchtbaren alten Seitenäste darstellt. Während die lebenden Wiederkäuer durch immer vollkommeneres Übergewicht der dritten und vierten Zehe (unter Verschmelzung der Mittelfußknochen beider) schließlich ausgesprochene „Einpaarzeher“ geworden sind, finden wir in der eocänen Urfamilie noch vollkommene Vierzeher (also „Doppelpaarzeher“), die wohl (unten zusammenfließend mit den Ahnen jener Anthrakoterien und Oreodonten des andern Paarzeher-Flügels) auch über gewisse vielleicht den Pantolestiden (vergl. S. 674) verwandte Formen auf fünfzehige Condylarthren zurückgehen.



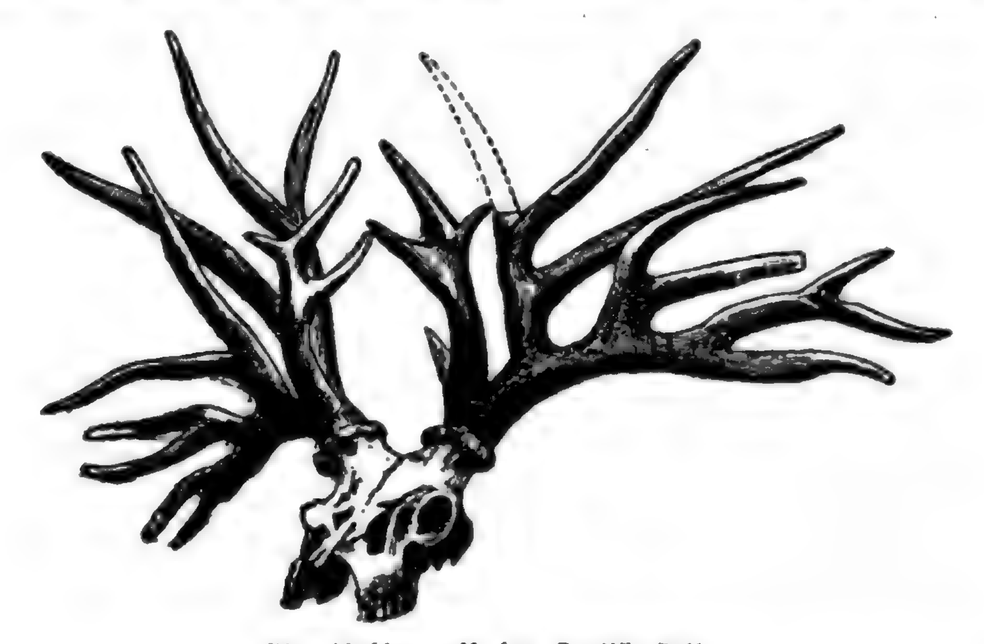
Das Anoplotherium commune
aus dem Pariser Gips (oberes Eocän), rekonstruiert von Cuvier. Das Tier, ein dreizehiges Huftier aus einer völlig ausgestorbenen Gruppe, hatte etwa die Größe des Tapirs, war aber durch seinen langen Schwanz (vielleicht auch Schwimmhäute) jedenfalls zum Schwimmen besonders gut disponiert, so daß man es sich als Bewohner sumpfiger Süßwasserbecken, deren Pflanzen es abweidete, denken mag.

Da erscheinen zuerst wieder ganz kleine Tierchen, die größten etwa einem Hasen gleich: Dichobune aus dem Pariser Grobkalk und Gips, den Phosphoriten von Quercy und Fundstätten in der Schweiz und in Schwaben. Allerlei Varianten gruppieren sich im oberen Eocän um sie her, fruchtbare und unfruchtbare. Unfruchtbar ist wahrscheinlich das Geschlecht der eigentlichen Anoplotherien gewesen. Es nahm einen Anlauf ganz nach dem andern Flügel hinüber und entwickelte nur noch drei Zehen, zwei gleichlange und eine kurze, was offenbar ein Mißgriff war, der die Vorteile der Paarzehigkeit aufgab, ohne die der echten Unpaarzehigkeit (mit einer großen und zwei kürzeren Zehen) dafür einzutauschen, und die ganze Linie wohl so bald wieder zum Aussterben gebracht hat. Immerhin war grade Anoplotherium ein charakteristisches Tier, das durch Cuviers schöne

Rekonstruktion eben solchen Ruf wie das Paläotherium erhalten hat, — so groß etwa wie ein Tapir, kurzbeinig, mit enorm kräftigem, langem Schwanz. Man wird wohl nicht fehl gehen, wenn man ein viel ausgesprocheneres Wassertier in ihm vermutet, als alle anderen gleichzeitigen Paar- und Unpaarhufer waren. Der Schwanz bildete dann wohl ein mächtiges Ruder, und selbst den abnormen Bau der Zehen versteht man einigermaßen, wenn man sich Schwimmhäute dazwischen denkt. Einmal extrem so umgeformt, konnte das Tier sich allerdings nachmals schlecht wieder dem Landleben rückanpassen und wird mit dem zufälligen Schwinden der lokalen Wasserbecken, die es bevölkerte, erloschen sein.

Wenn nicht alle Zeichen trügen, so sind aber aus einer anderen Ecke der Dichobuninen parallel zu diesem unfruchtbaren Sproß doch die heute noch lebenden beiden Hauptgruppen der Wiederkäuer, die Geweihträger (Cervicornia, hauptsächlich Hirsche und Giraffen) und die Hornträger (Cavicornia, Ochsen, Schafe und Antilopen) hervorgegangen. Soweit bis jetzt erkennbar, war die Brücke folgende. Eng an Dichobune schlossen sich im oberen Eocän und unteren Miocän Europas zwei entschieden auf die echten Wiederkäuer anarbeitende Gruppen, die Cänotherinen und die Xiphodontinen. Die Cänotherinen (z. B. Caenotherium) waren winzige Tierchen, etwa 20 cm hoch und 35 cm lang, also noch unter den Dimensionen der kleinsten heute lebenden Wiederkäuer, der Zwerghirsche oder Zwergmoschustiere der Sunda-Inseln (Tragulus), die bei gleicher Höhe etwa 45 cm lang werden. Sie lebten rudelweise in der Auvergne, dem Quercy und bei Mainz und Ulm. An den vierzehigen Füßen erreichten die Seitenzehen schon nicht mehr den Boden. Xiphodon aus dem Pariser Gips war sogar schon ein ganzer Zweihufer, hochbeinig, — so wie es Cuvier rekonstruiert hat, ein Tier vom Ansehen einer schlanken, anmutigen Antilope, allerdings noch ohne Geweih. Von allen heute lebenden Wiederkäuern kommt diesen frühtertiären Formen nur eine Familie ganz nahe: eben die erwähnte der reizenden Zwergmoschustiere (Tragulidae). Es ist nicht die Kleinheit allein, die zum Vergleich drängt: auch in den primitiven Skelettmerkmalen findet sich ausreichende Bestätigung (Trennung von Elle und Speiche, unvollständige Verkümmerung der Seitenzehen, bei der größeren afrikanischen Gattung Hyaemoschus dauerndes Nichtverwachsen der beiden großen Mittelhandknochen, überall absolut hornloser Schädel). Die Fossilfunde machen es vollends deutlich, daß die Traguliden von heute wirklich die überlebenden Reste der alten Übergangsgruppe von den Cänotherinen und Xiphodontinen zu den höheren Wiederkäuern darstellen. Echte Traguliden treten im Eocän und Miocän in Europa und Nord-Amerika auf, z. B. Gelocus. Auch der heutige Hyaemoschus von der Sierra Leone hat schon direkte Gattungsverwandte im Miocän. Von den Traguliden zu den Hirschen, also schon einer der wichtigsten Gruppen

der höheren Wiederkäuer, scheint dann die weitere Brücke ebenfalls ziemlich deutlich in den noch lebenden Muntjakhirschen (Cervulinae) von den Sunda-Inseln, den kleinsten aller Hirsche mit dem unvollkommensten Geweih, gegeben zu sein. Auch sie erscheinen schon — und zwar charakteristischerweise in noch ganz geweihlosen Formen — im unteren Miocän. Es ist aber sehr wohl möglich, daß sich aus diesen ihren ältesten Vertretern nicht bloß die Hirsche selbst entwickelt haben, sondern auch noch die Moschustiere, eine fossil nicht näher zu begründende Unterfamilie der Geweihträger, und sogar die Stammgruppe der Hornträger, die Ur-Antilopen, von denen für sich wieder die lebenden Antilopen, die Schafe und

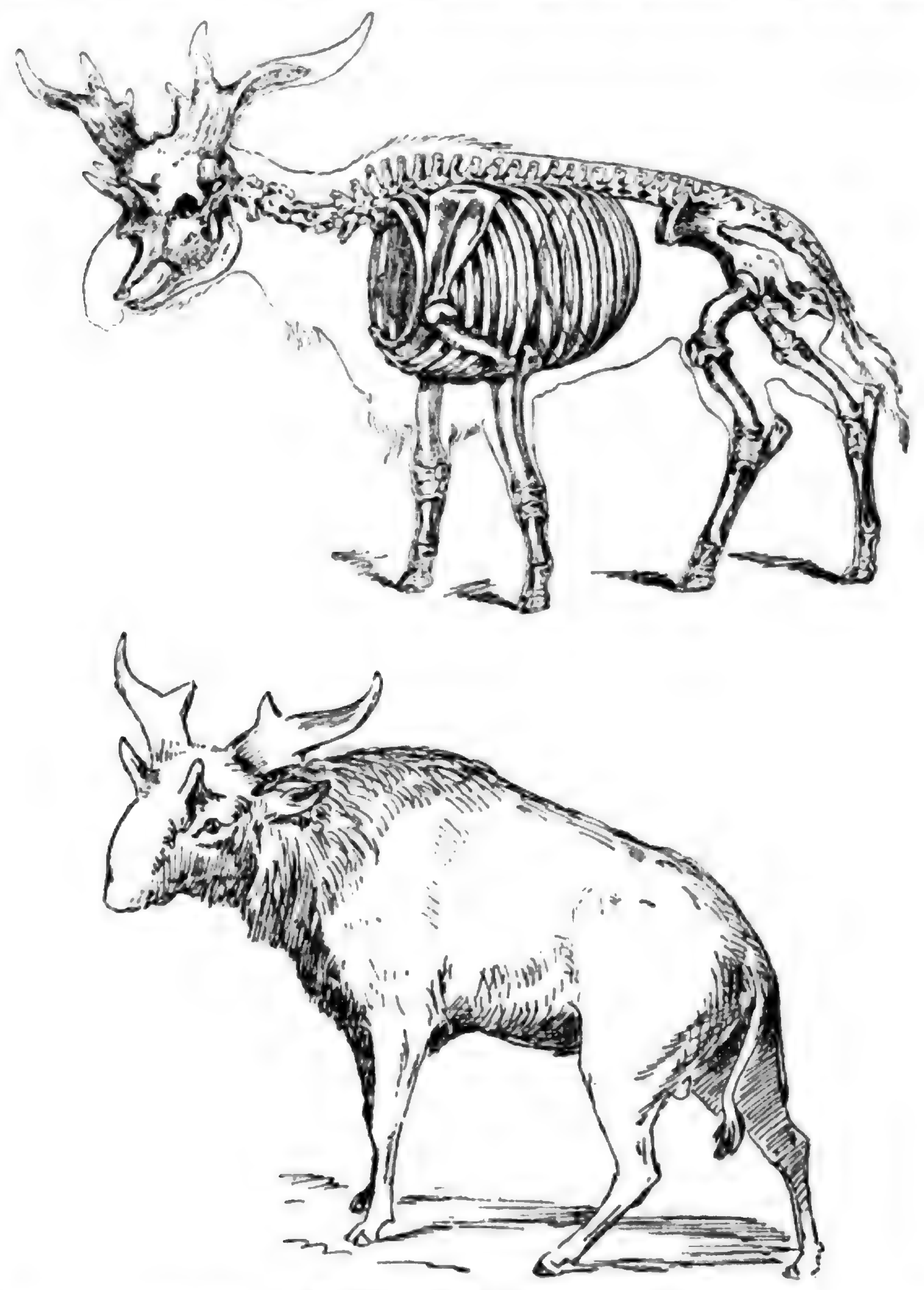


Ein Hirschgeweih der Tertiär-Zeit:
der Cervus Sedgwicki aus dem oberen Pliocän des Val d'Arno (Italien).
Das Geweih des stattlichen Tieres ist mehr vergabelt als das irgend einer lebenden Art.

die Ochsen ausgestrahlt sind. Eigentliche Hirsche mit mehrfach gegabeltem Geweih beginnen im obersten Miocän. Im italienischen Oberpliocän ist das am meisten gegabelte Geweih aller bekannten Formen gefunden worden: das des Cervus (Polycladus) Sedgwicki.

Irgendwie in genetischem Zusammenhang mit dem schönen Volk der Hirsche muß nach Rütimeyer, dem scharfsinnigsten Kenner dieser verwickelten Probleme, auch eine Wiederkäuergruppe stehen, die heute nur einen einzigen, aber desto auffälligeren Vertreter besitzt: die der Giraffen (Giraffinae). Im obersten Miocän der Mittelmeerländer (Pikermi-Fauna) tritt uns ein solches Wunderwesen in noch etwas gemäßigter Form entgegen, das Helladotherium (Tier von Hellas). Es war noch nicht so ganz abnorm langhalsig und entbehrte der knöchernen Stirnzapfen, doch hat es vielleicht ein kleines Horn auf dem Nasenrücken getragen. Neben ihm aber reckte am gleichen Ort auch schon die wirkliche Giraffe ihren

schier endlosen Hals empor (Camelopardalis Attica), und im Pliocän bewohnten Giraffen Asien bis nach China. Woher sie gekommen, ist vorerst nicht aufgehellt. In den Sivalikschichten desselben Erdteils stellt sich neben



Das Sivatherium giganteum,
ein riesenhafter Wiederkäuer vielleicht aus der Verwandtschaft unserer Giraffe. Oben das Skelett aus den Sivalik-Schichten von Ost-Indien (oberes Miocän), restauriert nach Murie; unten eine Rekonstruktion des lebenden Tieres nach Hutchinson und Smit.

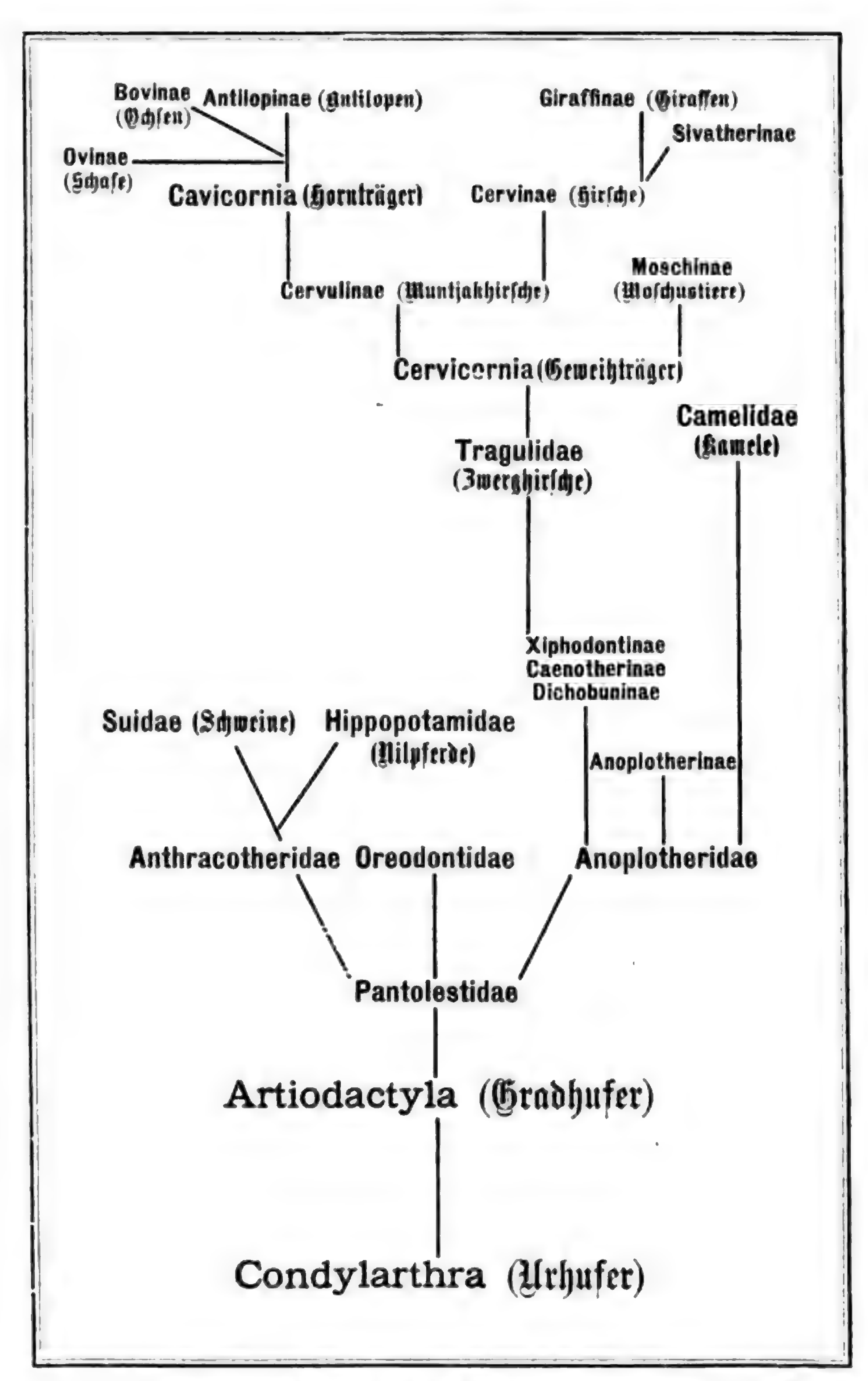
sie eines der ungeheuerlichsten Säugetiere, die je irgendwo gefunden worden sind: das Sivatier (Sivatherium giganteum), möglich, daß es mit dem Stammbaum der Giraffe in einem dunklen Konnex steht. Das Sivatier war ein riesiger Wiederkäuer, weit größer als unser deutscher Hirschkoloß, das Elen. Der Schädel ist mehr als einen halben Meter breit wie lang, das Vorderbein mißt bis zu den Hufspitzen 1,7 m. Das pneumatische (hohl gewölbte) Dach dieses Gigantenschädels trug auf dem Stirnbein vorne zwei kurze, spitze Knochenzapfen und weiter hinten zwei große, wenig verästelte Knochenschaufeln, die dem lebenden Tier eine entfernte Ähnlichkeit mit dem Elentier gegeben haben müssen. Die Rekonstruktion trägt dem Rechnung, doch hält es schwer, sich das Groteske dieses Geschöpfs genügend auszumalen. Welchen Sagenkranz würden die erfindungsreichen Inder um dieses wirkliche Märchenwesen gewoben haben, wenn sie es noch gekannt hätten! Man muß es sich neben der Colossochelys, jener früher (S. 618) abgebildeten Riesenschildkröte der Sivalikschichten, vergegenwärtigen in Gesellschaft großer Elefanten, Nilpferde und Giraffen, die neben diesen beiden vielleicht relativ wohlproportioniert aussahen. Die Hornträger (Cavicornia) bilden den unbedingt jüngsten Ausläufer der Paarhufer. Erst in der Erdperiode, die wir gegenwärtig noch durchmachen, zum Höhepunkt gelangt, zeigen sie, wie Zittel sehr richtig sagt: „durch ihre Umbildungsfähigkeit bei der Züchtung, daß ihnen noch eine gewisse Plasticität und Jugendlichkeit innewohnt.“ Als Stammgruppe werden gewisse mittelmiocäne Antilopen anzusehen sein, die sich, wie erwähnt, ebenfalls wohl aus den Muntjakhirschen (Cervulinae) entwickelt, und zwar ausschließlich in der alten Welt. Ob in Nord-Amerika aus den dort heimischen Muntjakhirschgattungen (z. B. Cosoryx) als paralleler, unabhängiger Zweig die einzige lebende Antilope Amerikas, der seltsame Gabelbock (Antilocapra), hervorgegangen sei, ist vorerst nur eine vage Vermutung. Die Pikermi-Fauna wimmelt schon von Antilopen, die unsern lebenden durchaus ähneln. Auch die zierlichen Gazellen tummelten sich damals in Griechenland, in Österreich bis Wien und in Süd-Frankreich. Schafe und Ochsen scheinen (als Ausläufer der Antilopen) gegen Ausgang des Miocän den ganzen Stamm gekrönt zu haben, ohne daß aus tertiären Resten bereits etwas Besonderes von ihnen auszusagen wäre.

Nach alledem ist noch eine Paarhuferfamilie übrig, die heute außerordentlich isoliert dasteht, die der Kamele (Camelidae). Obwohl das echte Kamel uns seit alters aufs engste mit der altweltlichen Kultur verknüpft erscheint und erst durch die Spanier, die in die südamerikanischen Hochlande vordrangen, im 16. Jahrhundert uns überhaupt Kunde geworden ist von der Existenz kleiner Kameltiere auch in der neuen Welt, der Lamas, ist doch durch paläontologische Funde gegenwärtig außer Zweifel gerückt, daß der Stammbaum aller Kamele drüben überm Meer gesucht werden

muß. Nicht ohne Ursache ist das lebende Kamel, obwohl ein echter Paarhufer, doch im Skelettbau von allen Hirschen, Antilopen, Ochsen und Schafen so fundamental getrennt, daß es schon rein systematisch eine besondere Familie für sich beansprucht. In Wahrheit bilden diese Tiere einen ganz isolierten Ast, der unabhängig sich in Nord-Amerika mindestens aus Zwergmoschustieren (Tragulidae), wenn nicht gar, wie Cope will, noch viel tiefer aus den Pantolestiden selbst herausgearbeitet hat. Reste von Ur-Kamelen liegen schon im Eocän (Wyoming), kleine Tiere, die vorne noch vier Zehen besaßen (Leptotragulus). Von da läßt sich durch eine Kette fossiler Formen in sehr anschaulicher Weise der Heraufgang bis zu ersten echten Kamelinen des Pliocän verfolgen. Während die Lamas (Auchenia) sich auf Süd-Amerika fortan einengen, scheint das typische Kamel (Camelus) das Resultat einer pliocänen Auswanderung von Amerika nach Asien gewesen zu sein, die wohl im Westen, über die Beringsstraße, erfolgte.

Der umstehende Stammbaum der Paarhufer mag die flüchtige Skizze, wie sie im voraufgehenden nur geboten werden konnte, für den Leser noch einmal anschaulich zusammenfassen. Da wenigstens die wichtigsten fossilen Formen oben hervorgehoben sind, wird sich, wie ich mir denke, das Gesamtbild leicht noch durch Benutzung eines guten Handbuchs des lebenden „Tierreichs" zum plastischen Bilde abrunden lassen auch für den, dem es nicht bloß um einen allgemeinen Eindruck der ununterbrochenen Fortentwickelung zu thun ist, sondern der ein Interesse hat, sich im engeren zu vergewissern, wie die Dinge liegen. Die Hauptsache bleibt aber, daß absolut klar wird, wie das starre „System" in dieser zugleich darwinistisch inspirierten und die paläontologischen Thatsachen mit berücksichtigenden Betrachtungsweise sich thatsächlich schon heute zu einem „Stammbaum" vergeistigt, der die Natur bis in jede Faser hinein als „werdende" zeigt.

Oben ist erwähnt, daß der Elefant von der neueren Zoologie als einsamer Vertreter einer ganzen Ordnung der huftragenden Säugetiere angesehen wird. Betrachtet man seinen höchst eigenartigen Schädel, so glaubt man vor einem überaus differenzierten, hoch entwickelten Typus zu stehen, und die allbekannte geistige Begabung des lebenden Tieres scheint das zu bestätigen. Richtet man sein Augenmerk dagegen auf die Füße, vor allem die Zahl der Zehen, so bietet die Fünfzahl im Sinne des oben gegebenen Huftierstammbaums umgekehrt ein sehr primitives Merkmal, das einen Anschluß unmittelbar an die uralten, fünfzehigen Stammhufer, die Condylarthren, ahnen läßt und der ganzen Ordnung etwas hochgradig Altertümliches giebt, das auf die Fossilreste gespannt macht. Die Erwartung wird insofern nicht getäuscht, als die Vorwelt zahlreiche Elefantenreste liefert, die vermöge der leichten Erhaltungsfähigkeit ihrer kolossalen Knochen vollkommen scharfe Bilder einer Reihe tertiärer Formen geben. Aber über

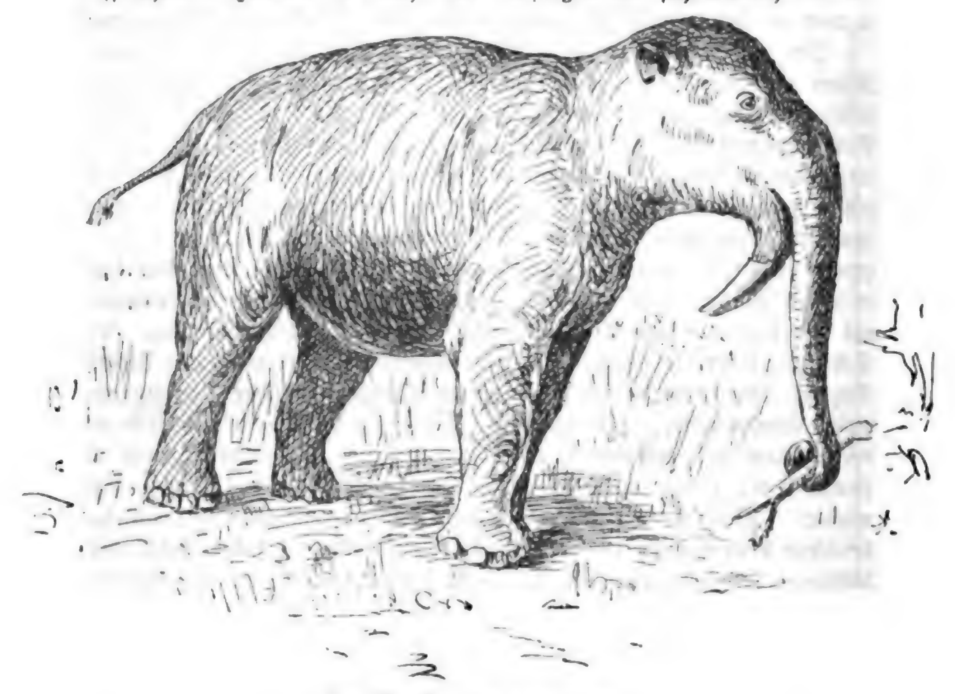


Der Stammbaum der Paarhufer.
(Größtenteils nach Zittel.)

den Stammbaum lernt man daraus leider wenig. Die Elefanten sind im Mittelmiocän auf einmal mit höchst charakteristischen Typen da, und zwar zunächst in Europa; nachher (im Obermiocän) finden sie sich auch in Asien, Afrika und Nord-Amerika und im Pliocän mit Ausnahme Australiens in allen Kontinenten. Die Auswahl ist entsprechend der weiten Verbreitung eine viel reichere als heute, aber in der Fülle fehlt es durchaus an Übergangsformen zu anderen Huftiergruppen, und nur eine einzige Form weicht so weit ab, daß man für sie wenigstens eine besondere Familie errichten muß.

Im vorigen Jahrhundert kamen aus tertiären Schichten vereinzelte Zähne eines großen Tieres zu Tage, die Cuvier einem gewaltigen Tapir zuschrieb. Ein ganzer Schädel, der 1835 bei Eppelsheim im Mainzer Becken ausgegraben wurde, lehrte dann ein in seinen Dimensionen gradezu ungeheuerliches Geschöpf kennen, das offenbar im Leben einen Rüssel besessen hatte und im Unterkiefer zwei elefantenartige, aber nach unten gewandte Stoßzähne trug. Der Kopf wurde von Klipstein und Kaup genau beschrieben und ein verkleinerter Gipsabguß angefertigt, der heute in vielen Museen (auch in Berlin) zu sehen ist. Er ist um so wertvoller, als das Original beim Transport nach London in die Brüche ging. Das Schreckenstier (Dinotherium giganteum) nannte man den Unhold. Sogleich aber entspann sich ein lebhafter Federstreit, welcher Säugergruppe dieses Schreckenstier einzureihen sei. Die übrigen Körperteile fehlten und der Schädel ließ mancherlei Deutungen zu, die uns heute ergötzen als Zeugnisse der Irrungsmöglichkeiten auf dem paläontologischen Gebiet. „Ich möchte,“ schreibt der geniale, im Deuten fossiler Reste sonst so meisterhaft bewährte Burmeister 1856, „dem Tiere einen kurzen, dicken Hals, einen kräftigen, spindelförmigen Rumpf nebst breiten, selbst zum Kriechen wie beim Walroß tauglichen Flossenfüßen zuschreiben und dasselbe für ein pflanzenfressendes Seeungeheuer erklären, welches nach Art der Sirenen gern in die großen Flußmündungen sich begab und selbst bis in die höheren Teile der Flüsse hinaufstieg. Seiner vorderen Hakenzähne bediente es sich gleich dem Walrosse wohl mehr zum Unterstützen seiner Bewegungen am Ufer, wenn es ruhen wollte, als zur Verteidigung; oder es riß seine vegetabilische Nahrung, dicke fleischige Wurzeln, damit aus der Tiefe empor.“ Das Dinotherium stand also auf dem Punkt, unter die Walrosse zu kommen. Vorsichtige Zeichner stellten es am Wasser liegend dar, wie es die Beine unter sich schlug, so daß man nicht sah, ob es Hufe oder Flossen trug, und so ist es noch heute in manchen Büchern zu sehen. Seither ist aber all dieser Spekulation ein Ende gemacht. Man hat das ganze Skelett in Böhmen, bei Augsburg und in Pikermi stückweise zusammengefunden: es ergab sich ein Elefant, oder wenigstens ein diesem ganz nahestehendes Rüsseltier. Unsere Rekonstruktion trägt dem besseren Wissen Rechnung, wobei das Tier übrigens noch immer sonderbar genug wirkt, da die Walroß-

zähne ja auch dem Elefantenkörper verbleiben müssen. Ein Blick auf den im Bilde mitgeteilten Eppelsheimer Schädel lehrt, daß der Kopf nicht so steil war wie beim lebenden Elefanten. Während bei diesem die beiden oberen Schneidezähne sich zu den bekannten großen, neben dem Rüssel vortretenden Stoßzähnen entwickeln, besitzt das Dinotherium im Oberkiefer überhaupt keine Schneidezähne, gestaltet dafür aber das untere Paar zu entsprechenden Hauern, die nach unten absteigen und sich wirklich wie bei



Das Dinotherium giganteum,
ein großes Rüsseltier aus der Verwandtschaft unserer Elefanten aus der mittleren Tertiär-Zeit, das im Unterkiefer zwei abwärts gebogene Stoßzähne trug.
(Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit.)

dem (zu den Robben gehörigen) Walroß nach innen einkrümmen, als sollten sie nicht zum eigentlichen Stoß, sondern zu irgend einem Zweck des Grabens oder Anklammerns dienen. Die Backzähne entsprechen, wie Cuvier seiner Zeit ganz richtig erkannt hatte, mehr denen des Tapirs als des Elefanten. Der übrige Bau des Skelettes läßt indessen über die Zugehörigkeit zu letzterem keinen Zweifel. Die Größenverhältnisse sind bei der abgebildeten größten Art ganz enorme. Der Schädel mißt etwas über 1 m in der Länge, Ober- und Unterschenkel jeder etwa ebensoviel, so daß ein imposantes Tier herauskommt. Gaudry, der ein solches meterlanges Schienbein aus

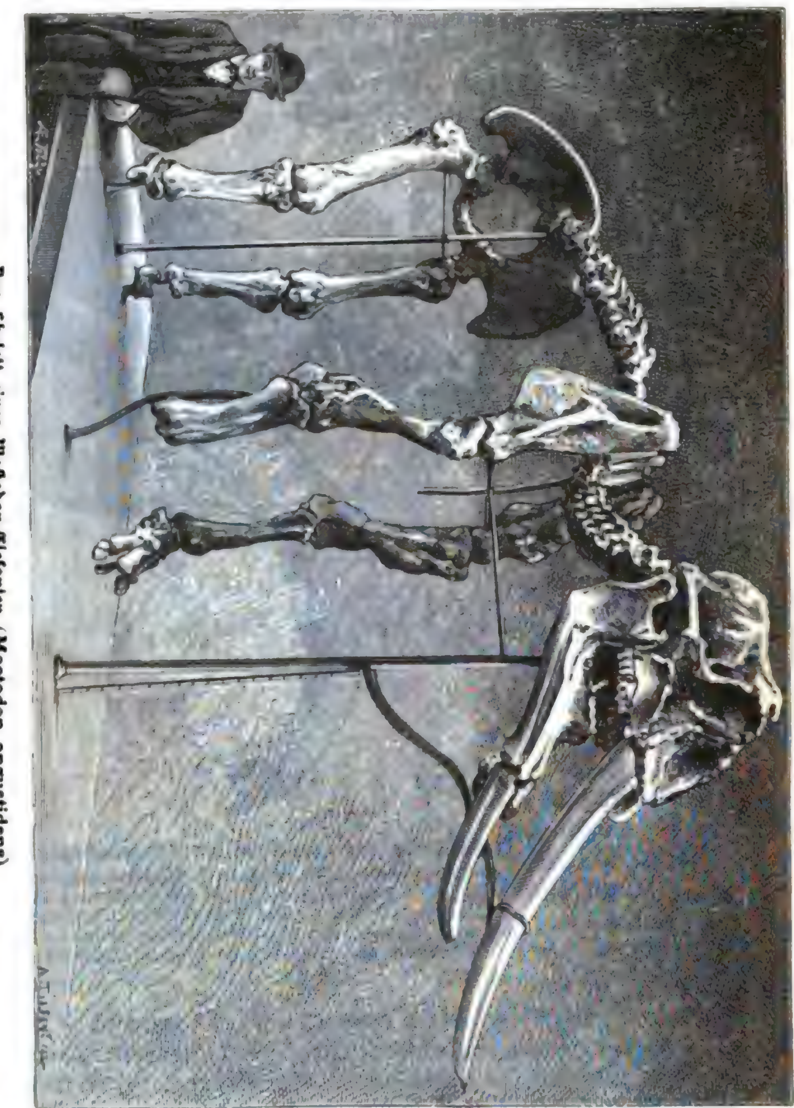
Pikermi mitgebracht hat, schätzt die Gesamthöhe auf 4,50 m, was jedenfalls alle bekannten Elefantenmaße (die ausgestorbenen Mastodonten und Mammute mit eingeschlossen) übertrifft. Das Schreckenstier bewohnte im mittleren und oberen Miocän Europa und Asien etwa von Böhmen und Frankreich bis Indien. Ein gefährlicher Angreifer mag es schon gewesen sein, wenn man es reizte. Aber im allgemeinen wird es die friedlichen Eigenschaften aller Elefanten besessen haben, so daß der Name gewiß viel zu viel sagt. Ein Rätsel ist vorläufig noch immer, was es mit den abwärts gekrümmten Hauern angefangen hat. Dienten sie im Urwald oder im Röhricht zum Zerknicken von Ästen und dünnen Stämmen, um dem gigantischen Leibe Raum zu schaffen? Unterwühlte es gewisse Futterpflanzen mit sonst unerreichbar hohem Laub in den Wurzeln damit? Eine sichere Antwort ist vorerst schwer zu geben.



Der Schädel des gegenüber abgebildeten Dinotherium giganteum. Das Dinotherium war an Größe dem Elefanten noch überlegen, der Schädel ist über ein Meter lang. Die Gesamthöhe des Tieres betrug wohl viereinhalb Meter. Man beachte besonders die nach unten gebogenen Stoßzähne. Der abgebildete Schädel stammt aus dem oberen Miocän von Eppelsheim bei Worms. (Nach Kaup.)

Das zweite merkwürdige Rüsseltier der Tertiär-Zeit, das sich aber schon viel enger an den eigentlichen Elefanten anschließt, ist der Mastodon. Das Wort bedeutet Zitzenzahn (mastos, griechisch = Zitze) nach den zitzenförmigen Höckern der Backenzähne, die dieser Gattung eigentümlich sind. Der Leser sieht ein großes Londoner Skelett auf S. 94, ein kleineres aus Paris, das durch Stoßzähne im Ober- und im Unterkiefer auffällt, sei hier noch beigefügt. Die dicken Knochen galten im Mittelalter für Gebeine von **Riesen. Noch im Anfang des 17. Jahrhunderts wollte man aus Mastodonresten in Frankreich das Skelett des Cimbernkönigs Teutoboch zusammen-**

setzen. Heute besitzt man von wenigen fossilen Tieren so musterhaft erhaltene und aufgestellte Gerippe wie von den Mastodonten; die besten stammen



Das Skelett eines Mastodon-Elefanten (Mastodon angustidens)
aus dem oberen Miocän von Seissans bei Simorre, aufgestellt im Museum des Jardin des Plantes zu Paris. Man beachte, daß hier Stoßzähne sowohl im Oberkiefer, wie im Unterkiefer vorhanden sind, während der lebende Elefant solche nur im Oberkiefer, das ausgestorbene Dinotherium auf S. 685 aber nur im Unterkiefer trägt. Ein anderer, nordamerikanischer Mastodon ist auf S. 84 abgebildet.

aus Nord-Amerika, wo diese stolzen Elefanten wohl noch zuletzt gelebt haben und erst ganz allmählich in der Diluvial-Zeit — unter den Augen des Menschen — eingegangen sind. Die ersten Vertreter stellten sich bei uns

in Europa im mittleren Miocän (also zugleich mit dem Dinotherium) ein. Etwas später erschienen sie in Amerika, wo sie im letzten Pliocän auch nach Süden, in die Pampas, vorgedrungen sind. Andere Arten wieder bevölkerten Asien und Nord-Afrika. Der Arten ist überhaupt eine Masse. Im großen und ganzen ähneln sie alle sehr dem lebenden Elefanten. Bei einigen, wie dem abgebildeten Mastodon angustidens, kommen auch im Unterkiefer Stoßzähne vor (im ganzen also vier), gleichsam als vermischten sich hier Elefant und Dinotherium, doch muß diese Bildung — wahrscheinlich, weil der Rüssel dabei zu sehr behindert war — sich nicht bewährt haben, da man die unteren Stößer bald beim erwachsenen Tier ausfallen, bald ganz fortbleiben sieht. Die Höhe der größten Arten lief auch gegen vier Meter an. Der Übergang vom Mastodon zu unserm lebenden Elefanten wird unzweideutig vermittelt durch den Stegodon, der im Tertiär in vier Arten über Asien bis Japan und die Philippinen verbreitet war. In Ost-Indien erscheinen denn auch (im obern Miocän) die ersten Vertreter unseres echten Elephas, der von dort her im Pliocän nach Europa eingewandert sein und später auch Nord-Amerika erreicht haben muß.

Auch innerhalb dieser engsten Gattung eigentlicher Elefanten fehlt es nicht an ausgestorbenen Arten. Die größten europäischen waren der Elephas meridionalis, der im Pliocän die Reihe eröffnet und in einem prachtvollen Skelett von Durfort in Frankreich im Pariser Museum steht (vergl. das Bild S. 86), und der jüngere, aber vielleicht noch größere Elephas antiquus. Über letzteren und die verwandte seltsame Anpassungsform an die kalte Eiszeit, das vielberufene Mammut, wird im nächsten Kapitel noch einiges zu sagen sein. Neben den Riesen brachte dieses Elefantengeschlecht übrigens auch gelegentlich Zwerge hervor. Reste wohl durch lokale Umstände degenerierter Formen der Art finden sich z. B. in diluvialen Knochenhöhlen der Insel Malta, darunter ein Elephas Falconeri, der nur drei Fuß hoch, also so groß wie ein Kalb wurde, — wahre „Ponys“ unter den Rüsseltieren, die einen überaus spaßhaften Anblick gewährt haben müssen.

Aus dieser ganzen buntbewegten Formenmenge fossiler Elefanten lernt man, wie gesagt, so gut wie nichts über ihre eigentliche Herkunft. Obwohl der Fußbau im allgemeinen auf fünfzehige Urhuftiere weist, wie wir sie in den Condylarthren kennen gelernt haben, hat er doch seine Besonderheiten, die mindestens eine eigentümliche, vorerst nicht bekannte Gruppe solcher Urhufer als seine speciellen Ahnen voraussetzen läßt, wobei dann noch eine ganze Menge Zwischenglieder zwischen diesen selbst und ihren Enkeln ebenfalls als verschollen zu denken sind. Bei so verschleierter Sachlage muß es nun besonderes Interesse erregen, daß die Eocän-Zeit in ihren Fossilresten Vertreter noch einer fünfzehigen Huftier-Ordnung

liefert, die zwar keineswegs mit den Elefanten zusammenfällt (weder zeitlich noch im Körperbau), in manchem aber doch Analogien zeigt und mindestens ebenso isoliert außerhalb des großen Rahmens der Paar- und Unpaarhufer steht wie diese. Die Tiergruppe, um die es sich handelt, ist die der sogenannten Amblypoden (Amblypoda), — der Name ist uns oben schon ein paarmal aufgestoßen. Das Wissen von den Amblypoden



Der Coryphodon (Coryphodon hamatus),
ein fünfzehiges eocänes Huftier aus der heute gänzlich ausgestorbenen Ordnung der Amblypoden. (Rekonstruktion nach Hutchinson und Smit).

ist erst eine der neueren Errungenschaften der Paläontologie und wird hauptsächlich den nordamerikanischen Forschungen verdankt. Während die Elefanten erst im Miocän, und zwar gleich mit hoch specialisierten Formen für uns sichtbar werden, beschließen die Amblypoden ihre Bahn schon im Eocän, steigen aber innerhalb dieses Eocän unverkennbar von einfachsten, noch gradezu als „Urhufer“ zu bezeichnenden Formen zu ihren komplizierten Endgliedern an, so daß hier mindestens eine formale Parallele gegeben ist, nach der man sich die unbekannte Vorgeschichte der Elefanten etwa denken kann. In den Puerco-Schichten von Neu-Mexiko, also an der Schwelle

des ganzen Tertiär, treten neben den ältesten Condylarthren sogleich auch schon relativ kleine, die Größe eines Schweines kaum überschreitende Tiere auf, die als Pantolambdidae bereits den Amblypoden beigezählt werden müssen, obwohl sie (im Sinne des S. 628 Gesagten) auch noch die größte allgemeine Verwandtschaft zu den Condylarthren selbst, den Alt-Raubtieren (Creodontia) und den Alt-Halbaffen (Pachylemuria) zeigen. Aus diesen primitiven Urformen gingen im Laufe noch des unteren Eocän selbst (Wahsatch-Schichten) die plumpen fünfzehigen Geschöpfe hervor, wie unser Bild eines als Coryphodon in Rekonstruktion zeigt. Coryphodon vermischt allerlei schwer Vereinbares in sich. Er hat Züge von einem großen Bären an sich, der aber auf behufte Elefantenfüße gestellt war und einen mittellangen Schwanz trug. Wie bei einem schwer bewehrten Raubtier, springen die oberen Eckzähne vor, sicher war das Tier ein Allesfresser. Die größte Art kam dabei einem Ochsen in den Maßen gleich, war also bei dieser Bewaffnung kein verächtlicher Gegner. Das Eldorado der Coryphodonten müssen die Binnensee-Ufer von Wyoming und Neu-Mexiko in Nord-Amerika gewesen sein, nur vereinzelt kommen ihre Reste auch in Europa vor. Drüben war es denn auch, wo sie im Mitteleocän, zur Zeit, da sich die Süßwassersedimente der Bridgerschichten (vergl. S. 631) ablagerten, den Höhepunkt ihres ganzen Stammes in extremen Riesenformen erreichten, die sich in der That sehr gut in Parallele zu den Elefanten bringen lassen, wenn sie auch wohl nicht, wie man anfangs dachte, stammesgeschichtlich direkt nach oben hin mit diesen verknüpft sind. Marsh war es, der 1870 zuerst Knochen elefantengroßer Landsäugetiere aus den „bad lands“ (vergl. S. 630) von Nord-Amerika beschrieb. Er hielt sie für Reste eines Mastodon. Aber das reich und immer reicher ihm zuströmende Material verschob bald alle Voraussetzungen: wieder einmal war einer der großen, seltenen Momente für die paläontologische Wissenschaft gekommen, da sie Raum für eine absolut neue Tiergruppe auf Grund fossiler Gebeine fordern durfte. Man hatte die Dinoceratiden (Dinoceratidae) oder Schreckhörner vor sich, einen grotesken, lokal, wie es scheint, eng begrenzten Abschluß des fünfzehigen Amblypodenstammes. Schon 1884 konnte Marsh selbst eine umfangreiche, prachtvoll illustrierte Monographie der Schreckhörner veröffentlichen, deren Schlüsse sich auf einem Fossilmaterial von über 200 Individuen aufbauten. Der Name „Schreckhörner“ war diesmal nicht ohne Grund erteilt. In der That giebt es so unheimliche Säugerschädel mit solchen Auswüchsen aller Art nicht zum zweitenmal. Man denke sich ein schwerfälliges Tier von Elefantenlänge (etwa 4 m), aber niedriger, nur ungefähr 2 m hoch. Dieses Geschöpf soll auf dem Kopf drei Paare knöcherner Hervorragungen haben, zwei kleine auf der Nase, zwei mittelgroße über den Augen und endlich zwei ganz kolossale auf Knochenkämmen des Scheitels. Alle sechs Spitzen mögen mehr oder minder durch hornige

Das Skelett eines gewaltigen, mit Hauern und Hörnern bewehrten Huftieres aus der Tertiärzeit:
des Dinoceras mirabile (Schreckhorn) aus den Eocän-Ablagerungen von Wyoming in Nord-Amerika. (Nach Marsh.)

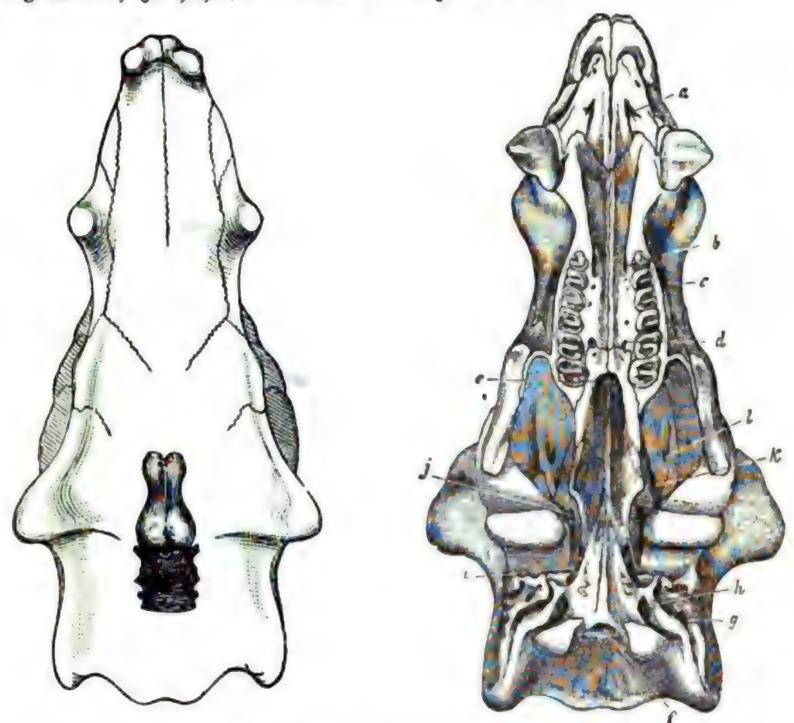
Umkleidung im Leben das Ansehen richtiger Hörner erhalten haben. Dieser so extrem gebirgige Schädel soll aber auch noch in jedem Oberkiefer einen enormen Eckzahn sehen lassen, der jedenfalls weit aus dem Maul vorstand, dabei aber seltsamerweise durch einen parallel abwärts gehenden Fortsatz des Unterkieferknochens bei geschlossenem Maul eine Art Rückdeckung erhielt. Am meisten zu kurz kam bei all dem Horn- und Hauerschmuck der Raum für das Gehirn: dieses ist, dem Ausguß nach zu schließen, denn aber auch von einer Kleinheit und Armseligkeit der Entwickelung gewesen, daß man schon beinah nicht mehr an Säugetiere, sondern an Reptilien erinnert wird.



Ein Dinoceras (Schreckhorn)
(vergl. das gegenüber abgebildete Skelett), rekonstruiert nach Hutchinson und Smit.

Im Verhältnis zur Dicke des Rückenmarks ist das Gehirn so wenig vortretend, daß man es gradezu durch die Eintrittsstelle des Rückenmarkskanals und diesen selbst hätte durchziehen können: Verhältnisse, die an den früher geschilderten Brontosaurus gemahnen. Viel Verstand haben also die Dinoceratiden unbedingt nicht besessen. Im übrigen hält es aber, wie bei dem Dinotherium, schwer genug, sich von ihrer Lebensweise ein Bild zu machen. Das Gebiß ist derartig, daß sogar schon auf Fleischfresser geraten worden ist. Wie die gradezu verschwenderische Hörnerbewaffnung eigentlich zur ersprießlichen Anwendung gekommen sein soll, ist ein offenes technisches Problem. Jedenfalls war das ganze Ungetüm ein Extrem ähnlich den Nashornsauriern der Kreide, und an diesen seinen extremen Eigenschaften ist sein ganzes Geschlecht wohl auch schließlich selbst gescheitert, ohne irgend eine weitere Entwickelungslinie anzuregen. Kein Vertreter der Amblypoden

ist nach dem Absterben dieser spezifisch nordamerikanischen Schreckhörner irgendwo wieder gefunden worden. An ihrer Stelle haben offenbar die Elefanten das Problem gelöst, mit altertümlich fünfhufigen Riesenformen, die allerdings auf die allzu barocken Hörner verzichteten und sich dafür erfolgreich auf die Ausbildung einzelner Zähne zu furchtbaren Waffen verlegten, doch zu hoher, dauernder Blüte zu kommen.



Der Schädel des umstehend abgebildeten Dinoceras mirabile mit Ausguß des Gehirns.
Man sieht, wie das Gehirn dieser elefantengroßen Ungetüme relativ kleiner war als bei irgend einem anderen Säugetier, es war so schmal, daß es bequem durch das Hinterhauptsloch (rechts *f*) und den Markkanal der Halswirbel hätte hindurchgezogen werden können. Grade die großen Hemisphären, die z. B. bei unserem menschlichen Hirn alle anderen Teile bedecken, sind hier winzig klein, es muß sich also um überaus stupide Wesen gehandelt haben.
(Die Figuren in $^1/_8$ der natürlichen Größe nach Marsh.)

Das ist in großen Zügen, was von den tertiären Huftieren mitzuteilen wäre. Ihr Bild beherrscht die Säugerwelt der ganzen Epoche in den meisten Erdteilen, und was vom Rest der Ordnungen dieser Klasse noch zu sagen ist, tritt stark dahinter zurück. Wahrscheinlich in einem engen stammesgeschichtlichen Verhältnis zu irgend welcher Gruppe ältester Huftiere steht ein kleiner Kreis seltsamer Säuger, der den älteren Betrachtern vielfach als ein Anhängsel zu der vagen Rubrik „Fischsäugetiere“ erschien,

gegenwärtig aber im System den auch paläontologisch vollauf gerechtfertigten Rang einer selbständigen Ordnung genießt: die Sirenen oder Seekühe (Sirenia). Die Sirenen von heute (vielleicht die Meerweibchen der Sage) haben sich so intensiv dem Wasser angepaßt, daß im äußern Bilde gewisse Säugermerkmale ganz verloren gegangen sind. Die Vorderfüße sind zu Flossen geworden, die Hinterfüße fehlen, der spindelförmige Körper läuft in eine horizontale Schwanzflosse aus. Dennoch zeigt ein genauerer Blick die ursprüngliche Verwandtschaft mit den landbewohnenden Huftieren noch immer deutlich genug, und der Anschluß wird vollends klar, wenn man die lebenden und ausgestorbenen Formen in eine Reihe bringt. Die älteste bekannte Form, der Prorastomus sirenoides aus dem Eocän von Jamaika, besaß ein vollständiges Gebiß, das sich ohne jede Schwierigkeit den geschlossenen Zahnreihen bei Phenakodus, dem Tapir und anderen älteren Huftieren anreihen läßt. Von da ab hat dann auch das Gebiß allerdings mancherlei Wandlungen erfahren, die jedenfalls mit der Art der Nahrung zusammenhingen. Der lebende Manatus der südamerikanischen und westafrikanischen Küsten und Flüsse hat nur als Embryo und in frühester Jugend noch Schneidezähne im Maul, später besitzt er nur Backzähne. Eine riesige Seekuh, die der Naturforscher Steller 1741 an der Beringsstraße entdeckte, das sogenannte Borkentier (Rhytina Stelleri) entbehrte selbst dieser Backenzähne und zerquetschte seine weiche Tangnahrung nur mehr mit einer hornigen Kauplatte in der vorderen Mundspalte. Man muß von diesem Tiere heute schon in Vergangenheitsformen sprechen: das Borkentier, ein Koloß von 8 m Länge, den Steller und seine Leute noch in großen Herden antrafen und nach seiner dicken, borkenartigen, durch verfilzte Haare höckerig gemachten Haut so benannten, ist seit Ende des vorigen Jahrhunderts an seinem letzten Asyl, den Küsten von Kamtschatka und Alaska, endgiltig ausgerottet, so daß nur noch die frischen Reste in unsern Museen es von einem echten „Fossil“ unterscheiden. Verwandte, wirklich fossile Arten, die aber noch Backzähne und lange Schneidezähne nach Art unseres Dugong (Halicore) besaßen (vergl. den S. 104 abgebildeten Schädel und den Text S. 104 ff.), sind vom Eocän an bekannt, wobei das hauptsächlich oligocäne Halitherium, das miocäne Metaxytherium, das allerdings nur pliocän bekannte Felsinotherium und die miocäne Prohalicore „eine ziemlich gradlinige, zu Halicore führende genealogische Reihe bilden, in welcher sich die Tendenz zur Reduktion der Backzähne, Eckzähne und unteren Schneidezähne, sowie der Umbildung eines Paares der oberen Schneidezähne zu Stoßzähnen deutlich kund giebt. Bei Rhytina hat diese Tendenz ihr Endziel — vollständige Unterdrückung des Gebisses — erreicht.“ (Zittel.) Dem Leser wird beim Besuch deutscher paläontologischer Museen am ehesten ein Skelett des Halitherium begegnen (im Meeressand von Rhein-Hessen und im oberen Rheinthal sind

die derben Knochen und ganze Skelette vielfach zu Tage gekommen); ein solches Schaustück ist beispielsweise in Berlin zu sehen. Man wird sich, so fremdartig die Tiere dreinschauen, immerhin noch denken können, daß um die Wende zum Tertiär oder noch früher gewisse Urhuftiere vom Kreise der Condylarthren sich nach Art des Nilpferdes und des Anoplotheriums an amphibische Lebensweise gewöhnt und endlich bei dauerndem Hinausschwimmen in den Ocean ganz dem Wasser angepaßt haben.

Außerordentlich viel schwieriger wird jede derartige Hypothese aber vor jener anderen Gruppe der Fischsäuger, die man anfangs mit den Sirenen direkt zusammenwarf, den Walfischen oder Waltieren (Cetacea). Im Skelett wesentlich anders gebaut als die Sirenen, sind sie doch durch gleiche Anpassung äußerlich zu einer noch viel vollkommeneren „Fischähnlichkeit“ gelangt. Jedermann kennt wohl die beiden charakteristischsten Vertreter: den eigentlichen Walfisch und den lustigen, jedem Meerfahrer vertrauten Delphin. Kaum bei einer zweiten Säugergruppe möchte man so gern von der Paläontologie den „Stammbaum“ sich herzählen lassen wie bei diesen absonderlichen Gesellen. Aber was wir erfahren, ist verzweifelt wenig. Auch in ihren Fossilresten lehren die Wale, was der Anatom aus dem lebenden Tier als zweifellos entnimmt: daß sie echte Säuger und keine Fische sind, ja daß sie nicht einmal besondere Anzeichen tragen, einer dunklen Vermittelungsgruppe von niederen, fisch- oder amphibienähnlichen Tieren zu den eigentlichen Säugern besonders nahe zu stehen. Fossile Wale treten gleich allen höheren Säugern erst im Tertiär auf, was hier, bei Tieren, deren Reste in Meeressedimenten erhalten sein können, wirklich ziemlich viel besagt. Der älteste Typus ist Zeuglodon aus dem Eocän. Die besten Reste stammen aus Nord-Amerika (Alabama). Von dort kam in der Mitte der vierziger Jahre ein enormes Skelett in Umlauf, das als versteinerte „Seeschlange“ (Hydrarchos) von Stadt zu Stadt geschickt wurde und das gläubige Staunen aller Laien, die schärfste Kritik aber aller wahren Fachgelehrten hervorrief. Denn der 114 Fuß lange Hydrarchos war als Ganzes ein Kunstprodukt, hervorgeschwindelt durch das Aneinanderfügen der Wirbelsäulen mehrerer Individuen eines delphinartigen Tieres der älteren Tertiär-Zeit. Nachdem das bedenkliche Monstrum glücklich durch Kauf in den Besitz des Berliner Museums übergegangen war, machte sich Johannes Müller statt an eine Ergänzung an die Auflösung, und die Dimensionen schmolzen für das Einzelexemplar auf die Hälfte herunter, während zugleich jeder Traum von einer „Seeschlange“ in nichts zerfloß und der Rest sich als ein schlichtes, allerdings an sich recht wertvolles Seesäugetier entpuppte. Während heute der eine Teil der Waltiere, erwachsen, gar keine Zähne, sondern nur die bekannten aus einer Verhornung von Gaumenteilen hervorgehenden Barten im ungeheuren Maule trägt (die echten Walfische, Mystacoceti), der andere Teil aber (die Delphine und Pottfische, Odontoceti) zwar Zähne

besitzt, doch an diesen keinerlei verschiedene Formen (Schneidezähne, Backzähne u. s. w.) unterscheiden läßt, zeigt Zeuglodon nicht nur überhaupt Zähne, sondern auch deutlich geschiedene Schneide-, Eck- und Backenzähne. Das entspricht dem, was wir bei den Sirenen sahen, und läßt auch hier auf einen engeren Anschluß der älteren Formen an den Hauptstamm der Säuger schließen. Die Kette von dem uralten eocänen Zeuglodon bis zu den offenbar viel jüngeren zahnlosen Walen ist denn auch im weiteren ähnlich zu verfolgen. Aber bei alledem steht Zeuglodon selbst schon im ganzen so isoliert da, daß man versucht wird, denn doch ein weites Stück Säugergeschichte der Kreide-Zeit zu seiner Enträtselung hypothetisch zu Hilfe zu ziehen, worüber seltsamerweise aber eben alle Dokumente bisher fehlen. Die Sache wird noch verwickelter, wenn es sich, wie es scheint, bestätigt, daß Zeuglodon im Leben einen verknöcherten Hauptpanzer getragen hat, von dem sich schwache Rudimente nach Kükenthal sogar noch bei lebenden Waltieren nachweisen lassen. Jedenfalls steckt in der Genesis der Wale noch ein sehr interessantes Geheimnis, das uns die Augen dafür offen halten sollte, wie wenig wir für die eigentliche Urgeschichte der Säugerklasse ohne weiteres auf klare, leicht zu übersehende Verhältnisse rechnen dürfen.

Für die meisten jetzt noch fehlenden Ordnungen genügt ein flüchtiger Blick, die interessanten Fossilformen verlieren sich dort mehr und mehr in einer Fülle teils kleiner und unbedeutender, teils stammesgeschichtlich nicht wichtiger Formen. Ein sehr alter Ast im Säugerstamm sind, wie wir gesehen haben, die Insektenfresser (Insectivora). Heute am bekanntesten durch das lustige Geschlecht der Igel, Maulwürfe und Spitzmäuse, sind sie noch immer in ihren Merkmalen von einer wenig veränderten „Altertümlichkeit". Irgendwelchen extremen Aufschwung haben sie offenbar in der ganzen Zeit seit ihrer (vielleicht auch weit über das Tertiär hinausreichenden) Ablösung von insektenfressenden Beuteltieren niemals genommen. Ictops aus dem unteren Eocän von Wyoming ist ein Igel, nur noch mit viel primitiverem Gebiß. Im unteren Miocän von Weisenau bei Mainz liegt schon unser echter Maulwurf (Talpa), die echte Spitzmaus (Sorex) gar im oberen Eocän des Quercy. Kein Riese, kein sonst irgendwie auffälliges Tier bezeichnet den langen geschichtlichen Heraufgang all dieser kleinen, nächtlich unscheinbaren Geschöpfe, und wenn heute der Wanderer im Mondschein etwa ein Igelpärchen über den Waldpfad kugeln sieht, so mag er gewiß sein, ein Bild zu haben, das ihm genau so im Braunkohlenforst der älteren Tertiär-Zeit hätte entgegentreten können.

Sehr ähnlich, wenn auch nicht ganz so einfach, steht es mit den Nagetieren (Rodentia). Auch die Nager treten in alten Säugerschichten des Eocän sogleich mit dem Typus der heutigen Ordnung unvermittelt auf, ohne sich wenigstens in dem großen tertiären Faunengebiet Europa-Nord-Amerika in der ganzen Folge durch besondere Fortschritte und Seitenäste

auszuzeichnen. So beginnen unsere lebenden Siebenschläfer (Myoxus), die gemästet bei den römischen Schlemmern so hoch als Leckerbissen im Rufe standen, schon im eocänen Pariser Gips, das Eichhörnchen (Sciurus) im oberen Eocän des Quercy. Der Hase (Lepus) setzt im Miocän von Nord-Amerika und den Sivalik-Schichten Asiens ein, die Maus geht mindestens ins Pliocän zurück. Bei Weisenau (Mainz) lebten schon im unteren Miocän Nager aus einer dem Biber dicht verwandten, aber viel kleineren Gattung (Steneofiber). Sehr viel anders und reicher freilich entfaltete sich der fast unabhängige Zweig in Süd-Amerika, den man zusammenfassend als den der Hystricomorpha (Stachelschwein-Ähnliche) bezeichnet. Die wenigen hierher gehörigen Formen, die (wie unser bekanntes Stachelschwein Hystrix) in die alte Welt geraten sind, müssen irgendwie früh versprengte Posten dieser Linie sein: die Hauptmasse hat sich in jener abgeschlossenen südamerikanischen Welt der Megatherien, Makrauchenien und Toxodontier ganz für sich vorwärts entwickelt bis auf den heutigen Tag. Und hier, wo einst ein so hervorstechender Zug ins „Riesige“ allgemein geherrscht zu haben scheint, sind denn auch ganz separat und vorübergehend Nagetiere von der Größe eines Rhinoceros aufgetreten: die Riesenmaus (Megamys) aus der Verwandtschaft der heute zahllos die Pampas belebenden kaninchengroßen Viscacha (Lagostomus); ihre Reste liegen im Miocän (patagonische Formation) von Argentinien. Ganz zu Ende des Tertiär sind gewisse, mehr dem Biber gleichende Nager wenigstens von der Größe eines Bären (Castoroides) auch über die westindischen Inseln weg in Nord-Amerika eingewandert gewesen. Heute zeugt nur das meterlange Capybara (Wasserschwein, Hydrochoerus) der südamerikanischen Stromufer als verkümmerter Rest von dieser extravaganten Blüte seines Stammes, — immerhin ist es noch der größte Vertreter der Nagetiere, der jetzt auf der Erde lebt.

In der Nähe der Nager gedenkt man vorläufig immer noch am besten einer rätselhaften Säugerordnung, von der sichere Reste nur aus dem Eocän von Europa und vor allem Nord-Amerika bekannt sind: der Tillodontier (Tillodontia). Der Leser erinnert sich, daß schon bei den wenigen Säugerspuren der Kreide (S. 590) sich eine allerdings nicht ganz einwandfreie Andeutung von diesen Tieren bemerkbar machte. Wie es sich nun damit verhalte: mindestens ist die Ordnung uralt, und in sehr früher Zeit scheint sie auch schon wieder spurlos erloschen zu sein. Nur von einer Gattung (Tillotherium) hat man den größeren Teil des Skelettes aus dem Eocän von Wyoming.

Das Tillotherium erreichte die Größe eines Bären, dem es auch in vielem gleicht. Aber es war doch kein Raubtier. Das Gebiß zeigt oben und unten große Schneidezähne, die sich nur mit den Nagezähnen der Nager vergleichen lassen. Im Gegensatz zu diesen waren aber auch Eckzähne da,

wenn auch sehr kleine. So schwanken die Merkmale hin und her. Die Füße waren fünfzehig, mit der Sohle auftretend und bekrallt, das Gehirn über alle Maßen einfach, fast ohne Windungen. Man hat in den Tillodontiern die Ahnen der Nager erblicken wollen, aber die Nagezähne können auf eine parallele Anpassung hinauslaufen, und der übrige Bau verrät mindestens nichts Sicheres über einen solchen Zusammenhang. Auch ein wunderliches Tier aus den Wäldern Madagaskars, das man im System den Halbaffen lose anzuhängen pflegt und über dessen Vorfahren direkt nichts bekannt ist, das Fingertier (Chiromys madagascariensis), ist zum Vergleich herangezogen worden. Es wäre überaus interessant, wenn in dieser grotesken,



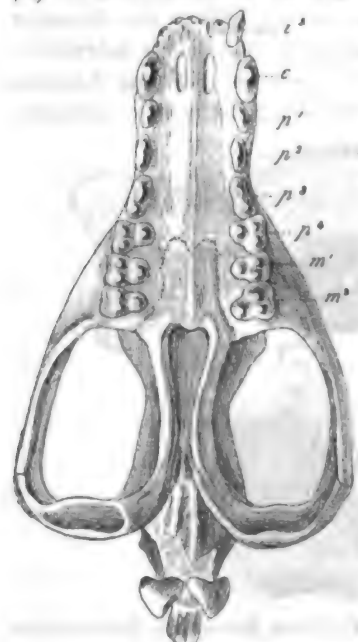
Der Schädel des Tillotherium fodiens aus dem Eocän von Wyoming in Nord-Amerika (Tertiär-Zeit).

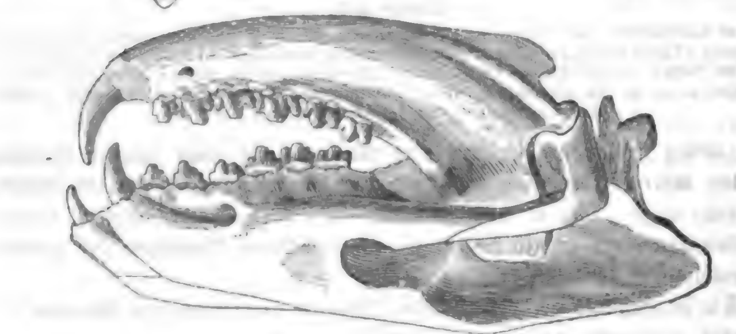
Für das Tillotherium und seine wenigen Verwandten hat man eine ganz neue Ordnung der Säugetiere (Tillodontia) aufstellen müssen. Es waren fünfzehige bekrallte Sohlengänger mit winzigem Gehirn, die eine Anzahl Merkmale der allerverschiedensten höheren Ordnungen (Nager, Raubtiere u. a.) in sich vereinigten. Das Tillotherium erreichte die Größe eines Tapirs. (Der Schädel in $^1/_4$ der natürl. Größe nach Marsh.)

heute völlig isolierten Tierform eine Reliquie aus jener uralten Gruppe erhalten wäre. Aber auch hier sind die Verknüpfungen, wie es scheint, nur ganz vage. Und so wird man sich wohl darein finden müssen, in den Tillodontiern einen ebenso frühen wie unfruchtbaren Ausläufer der ältesten Placentalsäuger zu erblicken.

Die Urgeschichte der Raubtiere (Carnivora) war vom Moment an erfreulich aufgehellt, da man jene (auch schon früher erwähnte) alte Säugerordnung der Creodontia genauer kennen lernte, die im Eocän den echten Raubtieren voraufgehen und wohl sicher ihre primitiven, den Condylarthren bei den Paar- und Unpaarhufern entsprechenden Ahnen bilden. Die Creodontier waren kurzbeinige, sehr lang geschwänzte Tiere mit großen

Köpfen, zum Teil unsern Löwen und Bären in der Größe gleich, im Gebiß dem charakteristischen Raubtiertypus zwar schon nah, aber noch keineswegs mit ihm identisch, auch sonst in manchem Detail des Skelettbaues stark abweichend. Beziehungen zu den Insektenfressern, den Urhuftieren (Condylarthra), nicht zum mindesten auch den fleischfressenden Beuteltieren zeigen sich an allen Ecken und Enden, man hat eben eine echte und rechte „Urgruppe“ vor sich. Auch das winzige, schwach gefurchte Gehirn entspricht dem vollständig. Die Creodontier beginnen in den untersten Eocänschichten, aus denen überhaupt Säugerreste vorliegen. Sie beleben Europa wie Nord-Amerika, verlieren sich aber schon im Miocän in beiden Erdteilen. Ob in Süd-Amerika (in der Santa Cruz-Formation) Creodontier oder gar eine direkte Übergangsgruppe von solchen zu den Raubbeutlern (Dasyuridae) vorkommen, ist zur Zeit noch nicht entschieden (vergl. S. 634), doch lassen weitere Nachforschungen an dieser Stelle und umsichtige Vergleichung der bereits vorhandenen Reste unbestimmter Tiere von dort für die nächste Zeit eine Fülle wertvollster Aufschlüsse erwarten. Für unsern Zweck mag es genügen, hier einen der bestgekannten Creodontier des mittleren Eocän (aus



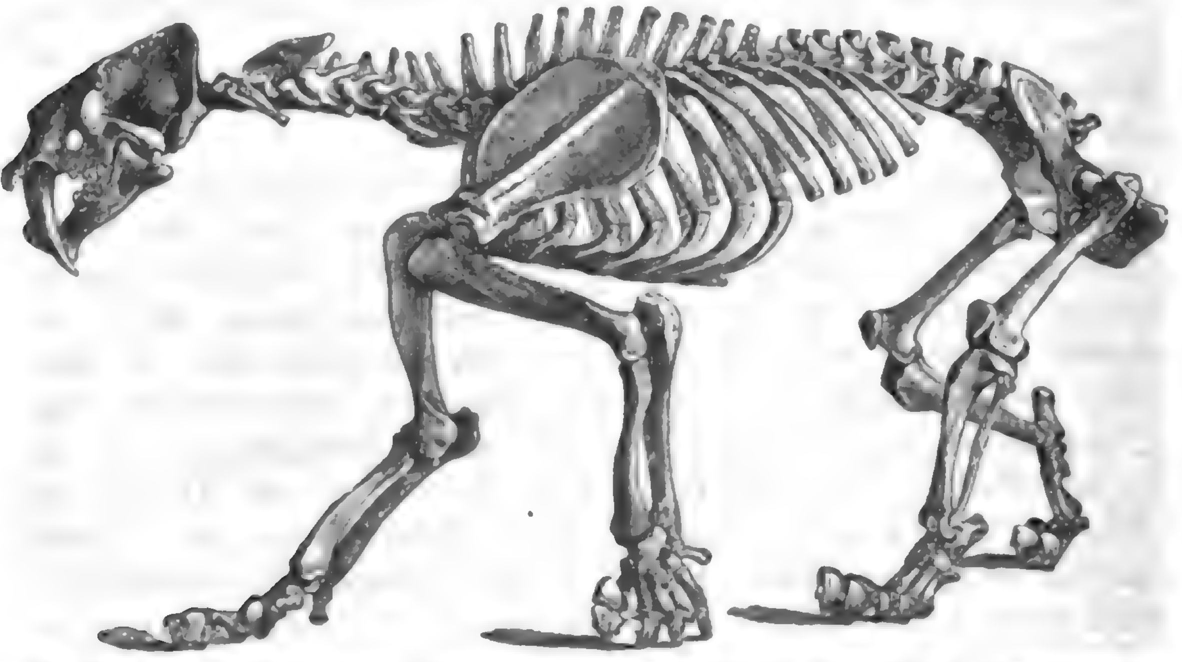


Ein Ur-Raubtier der Tertiär-Zeit:
Mesonyx obtusidens aus dem Eocän von Wyoming in Nord-Amerika.
(Schädel von der Seite und von unten in 1/3 der natürl. Größe nach Scott.)
Für Mesonyx und seine Verwandten hat man die besondere Säugerordnung der Creodontia aufstellen müssen, aus der wahrscheinlich die heutige Gruppe der echten Raubtiere (Carnivora) hervorgegangen ist.

den Bridger Schichten von Wyoming in Nord-Amerika) im Bilde vorzuführen: den Mesonyx obtusidens. Das Gebiß ist hier noch durchaus altertümlich und das Gehirn verschwindend klein. Im Skelett dagegen tritt der Raubtiertypus bereits dominierend hervor. An den Füßen war der Vorderfuß fast, der Hinterfuß bloß noch vierzehig wie bei der heutigen Familie der Hunde unter den echten Raubtieren, die Zehen trugen aber noch ein Gemisch von Hufen und Krallen. Die Größe dieser Mesonyx-Arten, von denen man vortrefflich erhaltene Reste besitzt, schwankt zwischen der eines Fuchses und eines Bären. Andere gut bekannte Creodontier sind Proviverra, die bei uns im Bohnerz von Egerkingen und im südfranzösischen Quercy vorkommt, Hyaenodon, Arctocyon (von allen die niedrigste Gattung, aus Cernays und Neu-Mexiko) und der tigergroße Protopsalis von Wyoming.

Die ältesten echten Raubtiere (Carnivora) schließen sich schon im oberen Eocän (z. B. im Pariser Gips) an. Ganz im Sinne einer natürlichen Entwickelung sind diese eocänen Raubtiere noch Mischtypen, nur die Gruppe der Katzen (Felidae) hebt sich gleich von Anfang schärfer ab. Soweit der Stammbaum im weiteren zu überschauen ist, hat sich neben diesen vielleicht ursprünglich schon fester angelegten Katzen der Rest dann so auseinandergegliedert, daß sich aus der eocänen Mischgruppe, in der die Hunde (Canidae), die Marder (Mustelidae) und die Zibethkatzen (Viverridae) noch gleichsam vereinigt erscheinen, diese drei Stämme langsam einzeln losgesondert haben. Aus den Hunden sind wahrscheinlich dann später noch die Bären (Ursidae), aus den Zibethkatzen die Hyänen (Hyaenidae) hervorgegangen. Zwischen den Hunden und Bären existiert eine vollständig die Lücke überbrückende Zwischenform in dem Amphicyon, der besonders im unteren und mittleren Miocän in Europa (z. B. bei Mainz, Ulm, Steinheim) hauste und so groß wie ein Bär wurde (A. giganteus); echte Bären kamen erst im Pliocän aus Asien als alte Mitglieder der Sivalik-Fauna zu uns herüber. Daß übrigens auch die Katzen in den Anfängen des Geschlechts nicht allzu weit von jener Urgruppe getrennt gewesen sein können, beweist eine noch lebende Mischform, die sonderbare Frettkatze (Cryptoprocta ferox) von Madagaskar, die das Gebiß einer echten Katze mit primitiven Skelettmerkmalen vereinigt, wie sie drüben allein die heute noch altertümlichste Gruppe, die der Zibethkatzen, bewahrt hat. Die echte, heute so charakteristisch hervortretende Gattung Katze (Felis) beginnt im Miocän von Europa, später erst in Amerika. Daneben aber hat das Tertiär eine den katzenartigen Raubtieren unbedingt auch angehörige, aber sehr individuell entwickelte, heute gänzlich ausgestorbene Gruppe furchtbarer Raubtiere hervorgebracht: die Säbelzähner (Machairodidae). Der typische Säbelzahn (Machairodus), der schon im oberen Eocän in Europa (Quercy) auftritt und bis ins Diluvium sich nach und nach offenbar

über Asien und ganz Amerika von Pensylvanien bis in die Pampas verbreitet hatte, war hinsichtlich seiner Bewaffnung das furchtbarste echte Raubtier, das je gelebt hat. Ein Blick auf das abgebildete Skelett einer südamerikanischen Art zeigt die schier unglaublich großen Eckzähne des Oberkiefers, die wirklich wie ein paar Säbel über den Unterkiefer herabhängen. Man wird sich denken müssen, daß sie hauptsächlich dazu dienten, um beim jähen Aufspringen auf ein großes Beutetier (etwa eine Makrauchenia oder selbst ein Megatherium) zugleich dem Angreifer einen Halt und dem Opfer eine erste, lähmende Wunde zu geben. Beim eigentlichen Zerreißen der



Der Säbelzahn (Machairodus neogaeus), ein gewaltiges katzenartiges Raubtier der Diluvial-Zeit.

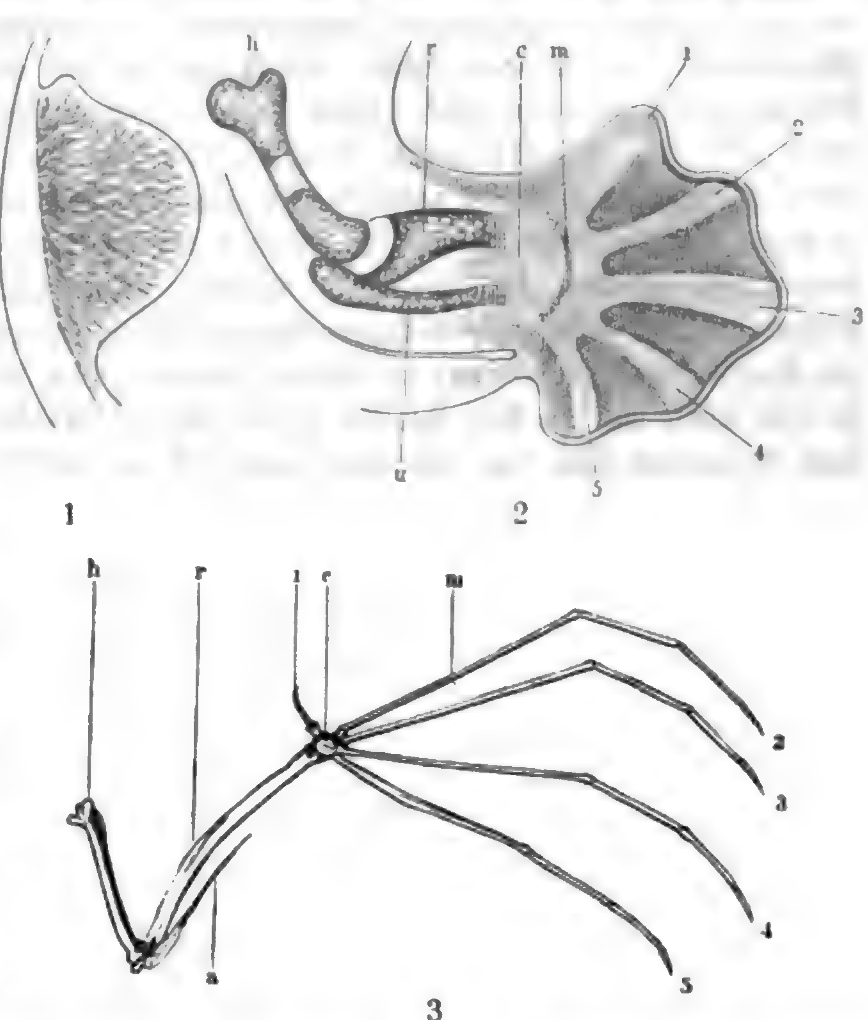
Der Machairodus ist besonders auffällig durch die beiden säbelartigen Hauzähne, die das Gebiß dieses Tieres zum furchtbarsten des ganzen Katzengeschlechts machen. Ähnliche Säbelzähner lebten bereits in der Tertiär-Zeit in Menge bei uns in Europa. Die dargestellte Art des Diluviums stammt aus der Pampas-Formation von Argentinien, wo sie die Riesenfaultiere und Riesengürteltiere gejagt haben mag. (Das Skelett restauriert nach Burmeister.)

Nahrung können so schreckliche Messer nur hinderlich gewesen sein. Einen andern Zweck werden sie in Süd-Amerika übrigens auch noch beim Zerspalten steinharter Panzer der Glyptodonten gefunden haben, — wie denn in der That die extremsten und riesigsten Arten der Säbelzähner grade aus den Knochenhöhlen Brasiliens und aus der Pampasformation bekannt geworden sind.

Wahrscheinlich eng verwandt mit den Raubtieren oder wenigstens deren mutmaßlichen Vorfahren, den Creodontiern, ist die dritte und höchste Ordnung der Fischsäugetiere, die Robben (Pinnipedia). Ein flüchtiger Blick schon auf einen der Seehunde unserer deutschen Küsten oder den kautschukartig glatten und beweglichen Seelöwen des Stillen Oceans, der jetzt ein ständiger Gast unserer größeren Tiergärten geworden ist, lehrt, daß die

Robben nicht entfernt so stark durch Wasseranpassung verwandelte Säuger sind wie etwa die Wale oder selbst die Sirenen. Unverkennbar verrät sich trotz der Flossenfüße ein Typus, der nur im Kreise der Creodontier und Raubtiere seine Stelle finden kann. Wann und über welche Zwischenglieder hinweg die Abzweigung nach dem reinen Seeleben stattgefunden hat, ist allerdings vorerst nicht paläontologisch zu begründen. Die ältesten, spärlichen Seehundsreste kommen im Miocän vor, über die Abstammung geben sie aber keinerlei Auskunft.

Paläontologisch ebenso schwach belegt ist zur Zeit noch die Stammesgeschichte der einzigen Säugerordnung, die sich mit allen ihren Teilnehmern entschieden dem Luftleben angepaßt hat, der Fledermäuse oder Flattertiere (Chiroptera). Merkwürdigerweise sind auch diese so überaus charakteristisch durchgebildeten, einer wahrhaft raffinierten Anpassung bis in jede Faser hingegebenen Geschöpfe ein sehr altes Produkt. Schon im Eocän sind sie fix und fertig da, und unwillkürlich fragt man sich wieder, wie weit man den Stamm der Placentaltiere über das Tertiär hinaus wohl



Drei Figuren zur Veranschaulichung der Entwickelung der Fledermaus-Hand beim Embryo.

Die Hand der ausgewachsenen Fledermaus (Fig. 3) ist bekanntlich zu einem Flugapparat umgeformt, wobei die langen Finger 2, 3, 4 und 5 wie die Stäbe in einem Regenschirm die dazwischen ausgespannte Flughaut stützen müssen; der Daumen allein (1) bleibt frei, ist aber winzig klein; am Unterarm ist die Elle (*a*) fast verkümmert. Ganz anders liegen die Dinge in Fig. 2 bei der noch ungeborenen Fledermaus im Mutterleibe. Hier sind die fünf Finger alle fast gleich ausgebildet, es erscheint eine gewöhnliche Hand, die noch an einem Unterarm mit regelrecht entwickelter Elle (*u*) sitzt. Geht man noch eine Stufe beim Embryo zurück, so nimmt der ganze Arm jene eigentümliche Form einer rundlichen Flosse an, die auch bei dem menschlichen Embryo auf S. 100 sichtbar wird. (Die drei Figuren nach Karl Vogt.)

noch dehnen soll, um für die Vorfahrenreihen so extremer Spitzen in so früher Zeit rückwärts den nötigen Raum zu schaffen. So viel ist allerdings aus der Anatomie der lebenden Formen ersichtlich, daß die Fledermäuse aus Formen vom Typus der Insektenfresser hervorgegangen sein müssen, die ja früh genug dazu auf dem Plan waren. Die heutigen fruchtfressenden Flatterhunde der Tropen bilden höchstwahrscheinlich erst eine sekundäre Anpassung der späteren Zeit. Noch heute schwankt ein einzelnes sonderbares Tier, der **Flattermaki** (Galeopithecus) der Sunda-Inseln in seinen Merkmalen auffällig zwischen den Fledermäusen und Insektenfressern, ja sogar den Halbaffen. Ähnliche Formen möchte man im ältesten Eocän suchen, — gefunden sind sie aber bislang nirgendwo. Von einer Abstammung etwa direkt von hochspecialisierten Reptilien wie den Flugsauriern der Kreide darf dabei ganz abgesehen werden. Ein Blick auf das Bild S. 483 lehrt, daß die Art, wie die Finger bei der Fledermaus in die Flughaut verarbeitet sind, eine wesentlich andere ist als die bei den Pterodaktylen verwandte, — ganz abgesehen von den sonstigen Unmöglichkeiten einer solchen Hypothese. Sehr gut zeigt uns dagegen heute noch die Entwickelung der Fledermaus als Embryo im Sinne des biogenetischen Grundgesetzes den Weg, wie aus einer regelrecht fünfzehigen Pfote mit beinah gleich langen Fingern, die an einem Unterarm mit vollentwickelter Elle und Speiche sitzt, erst nachmals die Flughand mit ihrem kurzen Daumen und ihren vier langen Spinnenfingern an einem Unterarm mit fast ganz verkümmerter Elle wird.

Nach alledem bleiben uns die bedeutsamsten aller Säuger noch übrig: die **Halbaffen** und die **Affen**. Die Betrachtung dieser Tiere gewinnt ein wachsendes Interesse, da wir mit ihnen ganz sachte uns dem größten Geheimnis der gesamten Entwickelungsgeschichte nähern: der Entstehung des Menschen. Wir werden von diesem Geheimnis unten uns noch näher unterhalten. Einstweilen thut aber not, jeden kleinsten Zug vorschauend zu beachten. **Häckel** war der erste, der 1866 in seiner so vielfach grundlegenden „Generellen Morphologie“ mit Nachdruck dafür eintrat, daß von den Affen eine Gruppe zwar in vielem ähnlicher, aber doch auch anatomisch merkbar verschiedener Säuger als durchaus selbständige Ordnung der **Halbaffen** (Prosimiae) loszutrennen sei. Er knüpfte daran gewisse, damals sehr kühne Spekulationen, nach denen diese Ordnung der Halbaffen im Stammbaum der Säugetiere eine sehr wichtige Rolle als die Ur- und Mischgruppe spielen sollte, aus der eine ganze Anzahl der höchsten Stämme sich parallel zu einander heraufgegipfelt hätte. Wie in so vielen Fällen, war auch hier das geniale Aperçu des vergleichenden Anatomen der paläontologischen Begründung weit vorausgeeilt. Erst heute, nach 30 Jahren, sind wir durch eine Reihe glücklicher Funde in den Stand gesetzt, uns wirklich eine Vorstellung von der überraschend großen Rolle zu machen, die wenigstens

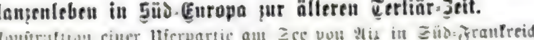
halbaffenähnliche Tiere im geschichtlichen Aufbau der Säugerklasse gespielt haben. Die heute lebenden Halbaffen, durchweg kleine, nächtliche, insekten- und fruchtfressende Baumtiere, die vereinzelt in Süd-Afrika, in Indien und auf den Sunda-Inseln und Philippinen, in großer Artenzahl auf engem Raum zusammengedrängt aber vor allem auf Madagaskar wohnen, bilden eine so wunderliche, in sich so schlecht geschlossene Ordnung, daß der Verdacht sogleich rege werden muß, es handle sich hier um die versprengten Reste einer alten, vielgestaltigen, aber größtenteils ausgestorbenen Gruppe von Säugetieren, die zu irgend einer Zeit eine viel umfassendere Rolle auf der Erde gespielt haben. In der That finden sich nun bereits in den uralten Eocänschichten von Cernays und Neu-Mexiko zahlreiche Reste einer alten Säugerordnung, die am besten als die der Alt-Halbaffen (Pachylemuria) bezeichnet wird und die wahrscheinlich zu den heute lebenden Halbaffen in demselben Verhältnis steht wie die Creodontier zu den Raubtieren, die Condylarthren zu den Huftieren. Diese Pachylemuren aber weisen, was noch viel wichtiger ist, nicht nur in ihren ältesten Vertretern die engsten Beziehungen direkt zu diesen Creodontiern und Condylarthren auf (vergl. S. 628), sondern sie verraten sich durch gewisse Merkmale auch noch als die wahrscheinlichen Ahnen der echten Affen, die parallel zu den heute lebenden Halbaffen aus ihnen hervorgegangen zu sein scheinen. Alle bekannten Reste von Pachylemuriden stammen aus dem Eocän und untersten Miocän von Europa und Nord-Amerika. Die ältesten Reste echter Affen schließen sich im mittleren Miocän an sie an. Dagegen tritt noch im Eocän bei einer Gruppe, die von Cope als Anaptomorphidae bezeichnet wird, bereits eine so starke Hinneigung nach gewissen heute lebenden Halbaffen (Tarsius und Galago) hervor, daß man sich denken kann, die echten Halbaffen hätten sich schon im Eocän abgesondert, — wobei sie allerdings sich alsbald in Gegenden der Erde zurückgezogen haben müssen, die uns paläontologisch bisher unzugänglich sind; weitere Fossilreste solcher Halbaffen sind nämlich bisher nirgendwo gefunden worden außer im Diluvium von Madagaskar, wo Knochen eines Lemurs von der Größe eines starken Hundes (Megaladapis) vorkommen. Das Gebiß jener Alt-Halbaffen war ein primitives, das in manchem dem unserer niedrigen echten Affen näher stand als dem der echten Halbaffen. Dagegen weisen die Skelettknochen, soweit sie bekannt sind, am nächsten immer noch auf solche Lemuren hin. Will man sich ein Gesamtbild des Adapis Parisiensis vom Quercy machen, dessen Schädel unser Bild zeigt, so wird man einen der heutigen Makis von Madagaskar als Modell benutzen müssen. Daumen und große Zehe waren wie dort opponierbar, die Gehirnhöhle ist relativ groß.

An dieser letzteren Stelle, beim Gehirn, muß der eigentliche Heraufgang entscheidend begonnen haben, der diesem ganzen Säugerast bis zum Menschen heran den Namen der Primaten, der „Herrentiere“, eingebracht

hat. Allerdings war der Schritt bis zu einem so riesigen, durch üppige Faltung seinen hochgradig komplizierten Bau andeutenden Organ, wie es etwa ein Gorilla oder Schimpanse zeigt, noch immer ein gewaltiger. Die ältere paläontologische Betrachtungsweise, die bestrebt war, die großen Ent-



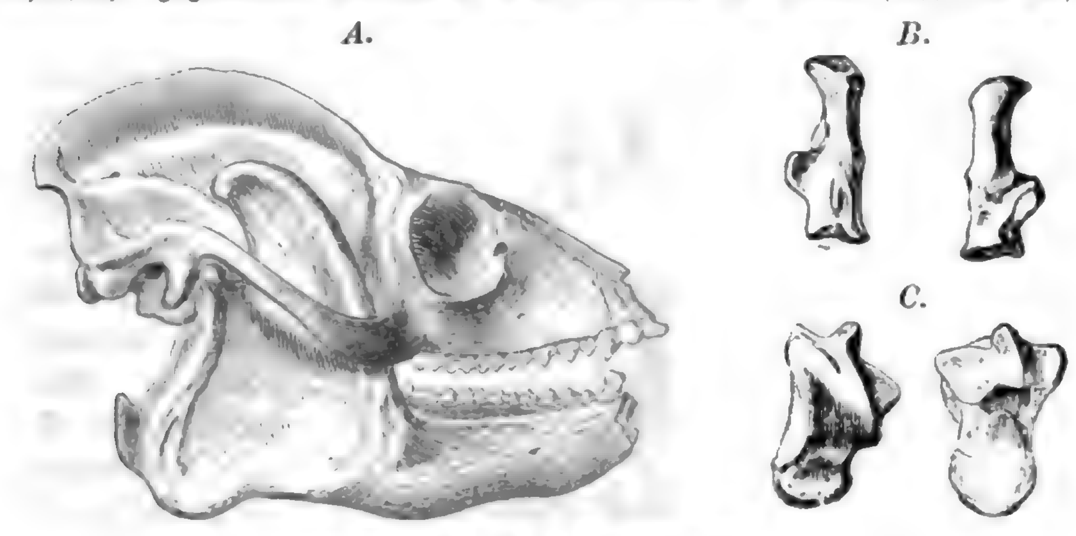
Lebende Halbaffen (Maki, Lemur) von Madagaskar. (Vergl. das gegenüberstehende Bild.)



Pflanzenleben in Süd-Europa zur älteren Tertiär-Zeit.

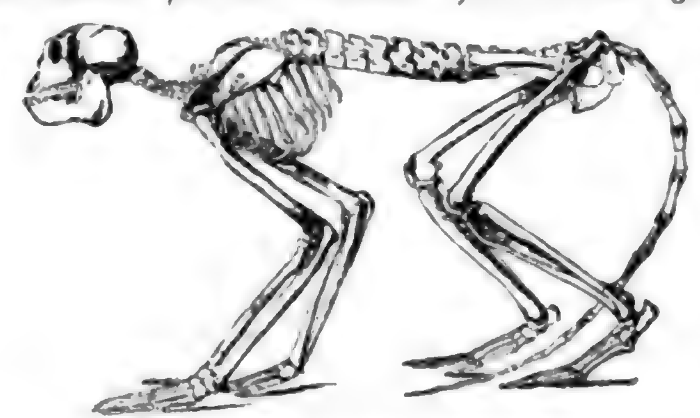
Ideale Rekonstruktion einer Uferpartie am See von Aix in Süd-Frankreich.

wickelungsetappen möglichst zu trennen und als Einzelschöpfungen ohne jeden geschichtlichen Zusammenhang hinzustellen, legte Gewicht darauf, den eigentlichen Sieg dieser Gehirnausbildung ganz für die jüngste Erdepoche zu reservieren. In diesem Sinne, ehrlich im Rahmen seiner Kenntnisse, aber mit einem gewissen unverkennbaren Wohlwollen der scheinbaren Thatsache gegenüber, verkündete Cuvier, daß es keine fossilen Affen



Ein Ur-Affe der Tertiär-Zeit:
Adapis Parisiensis var. minor aus den Phosphoriten von Quercy (Eocän), Frankreich. Nach Cope und Zittel haben sich die echten Affen im Miocän aus Adapis und seinen Verwandten entwickelt, nachdem die Ahnen der heutigen Halbaffen sich schon früher im Stammbaum abgezweigt hatten. In der Gestalt glich Adapis wohl am meisten einem der (gegenüberstehend abgebildeten) lebenden Makis. Das Bild zeigt links (nach Filhol) den Schädel in $^2/_3$ der natürl. Größe, rechts ein paar Fußknochen. *B.* Der Calcaneus (Fersenbein). *C.* Der Astragalus (Sprungbein).

gebe. Er war noch nicht fünf Jahre tot, als der Bann fiel und aus der Sivalik-Fauna tertiäre Affenkiefern zu Tage kamen. Ein Oberkieferstück, das ein bayerischer Soldat 1838 aus Griechenland mit nach München brachte, lenkte die Aufmerksamkeit dann auf die wundervolle Fundgrube miocäner Affenreste bei dem Weiler Pikermi. Seitdem hat man eine ganze Menge tertiären Materials, neuerdings auch sehr altes und merkwürdiges aus der Santa Cruz-Formation im südlichsten Süd-Amerika. Gewiß ist es eine überraschende Thatsache, die nicht erwartet werden konnte, daß die ältesten bekannten Reste echter Affen im eocänen Süd-Amerika bei den ältesten



Ein echter Affe der Tertiär-Zeit:
der Mesopithecus Pentelicus aus dem oberen Miocän von Pikermi bei Athen. (Das Skelett restauriert nach Gaudry.) Der Mesopithecus stand einigen heute noch lebenden Affengattungen (Makaken und Schlankaffen) außerordentlich nahe.

Glyptodontiern, Toxodontiern, Makrauchenien liegen. Es sind allerdings unverkennbar die Vorfahren jener kleinen, niedrig entwickelten Affenformen des heutigen tropischen Süd-Amerika, die man wegen ihrer seitlich gerichteten Nasenlöcher als Platyrhini von den altweltlichen Arten trennt. Aber nach rückwärts müssen sie doch irgendwie auch mit der Wurzel des gesamten Affenstammbaums zusammenhängen. In welcher Erde stand diese Wurzel? Unwillkürlich wird man noch weiter nach Süden gedrängt, nach dem geheimnisvollen südpolaren Kontinent, der heute unter Eis und kalten Wassern verschwunden scheint. Ganz plötzlich tauchen bei uns im Mittelmiocän von Toskana (Italien) große Hundsaffen (Cynopithecidae) auf, von denen gleich der älteste (Oreopithecus) nicht nur beinah so groß ist wie der Schimpanse, sondern auch in der Bezahnung Anklänge an unsere lebenden Menschenaffen, also die Spitze des ganzen engeren Affenstammes, zeigt. Im oberen Miocän müssen Hundsaffen, die dem bekannten Makak (Inuus cynomolgus) ähnelten, schon in Herden die Wälder Griechenlands belebt haben; aus Pikermi kennt man von Mesopithecus Pentelicus jetzt durch Gaudry's Bemühungen das ganze Skelett. Die ältesten echten Menschenaffen (Anthropomorphidae) sind im mittleren Miocän von Frankreich gefunden worden. Dabei steht Pliopithecus dem lebenden südasiatischen Gibbon (Hylobates) so nahe, daß man zweifelt, ob er nicht in dieselbe Gattung gehöre, und Dryopithecus (von St. Gaudens, Haute-Garonne) läßt sich in Größe und Zahnbau nur mit dem Schimpanse und Gorilla vergleichen, ohne aber dem Menschen näher zu stehen als diese. Auch der echte Schimpanse lebte schon, wie es



Albert Gaudry,
der Erforscher der berühmten Fundstätte tertiärer Tiere bei Pikermi in Griechenland. Gaudry ist der angesehenste französische Paläontologe der Gegenwart.

scheint, im Tertiär, und zwar merkwürdigerweise nicht wie heute in Afrika, sondern in Ost-Indien. Die schwierige Streitfrage, ob der Mensch bereits tief ins Tertiär hinein die Erde bewohnt habe, wollen wir im Zusammenhang mit der ganzen Ursprungsfrage dieses erdumwälzenden „Übertiers“ im letzten Kapitel dieses Bandes noch eingehend erörtern.

Die Pflanzenwelt der Tertiär-Zeit kann sich, was Fülle des Absonderlichen, heute Entschwundenen anbetrifft, in keiner Weise mit der gleichzeitigen Tierwelt messen. Der Urwald, die Steppe, der schwimmende Pflanzenteppich im See und das Röhricht an seinen Ufern: sie alle waren bereits belebt von Formen, die wir heute noch als vertraut begrüßen. Und doch lohnt es, einen Moment auch hier zu verweilen. Nicht das „Was“ ist das Wunderbare, sondern das „Wo“. Greifen wir ein Bild heraus. Eine eocäne Tropenlandschaft aus dem heutigen Süd-Frankreich. Das Wort besagt im Kern schon das Ganze. Wie kamen im älteren Tertiär heutige Tropenpflanzen nach Europa? Wir haben früher gesehen, daß in der Steinkohlen-Periode die üppige Entfaltung baumgroßer Prothalluspflanzen (Farne) in ganz Europa schon einmal einen tropischen Eindruck machte. Wir haben aber hinzugefügt, daß die Bildung der Torfmoore, denen wahrscheinlich die Steinkohle verdankt wird, im Bunde mit manchem anderen Charakterzug doch auch wieder für ein gemäßigtes Klima sprach. Nur das blieb als unbestreitbares und vorläufig absolut unerklärtes Faktum, daß dieses Klima, mochte es nun heiß oder bloß mild sein, unbedingt damals noch weit über England und Skandinavien hinaus gegen den Pol hin reichte bis in Gegenden, die heute von Eis starren. Wir haben weiter als Möglichkeit auftauchen sehen, daß um die Wende zur Sekundär-Zeit eine Abkühlung auf der nördlichen Erdhalbkugel stattfand, nachdem eine solche früher große Teile der südlichen, ja gradezu die Äquatoriallande betroffen. Wie es sich damit verhalte: jedenfalls war der Prozeß ein vorübergehender, und im ganzen Verlaufe der Sekundär-Zeit herrschte abermals in ganz Europa ein anscheinend recht behagliches Klima. Gegen Schluß der langen Epoche, in der Kreide, ist es, als mache sich bei Gelegenheit der großen Angiospermen-Einwanderung (vergl. S. 555) ein gewisser Wendepunkt geltend, der zunächst sich in einem eigentümlichen Gemisch von Pflanzenformen äußert, die zum Teil heute nach Süden gewandert, zum Teil aber der gemäßigten Zone treu geblieben sind: neben vereinzelten Cäsalpinien und Palmen treten in Menge unsere guten europäischen Laubbäume wie Eichen und Buchen auf. Denkt man sich diese unverkennbaren Anfänge regelrecht fortentwickelt, so müßte für die folgende Tertiär-Zeit ein endgiltiges Überwiegen dieser letzteren echten Europa-Flora vermutet werden, und wir dürften uns die klimatischen Verhältnisse

wenigstens für diesen Zonengürtel schon im heutigen Rahmen denken. Aber die Dinge laufen keineswegs so glatt. Schon die Tierwelt will schlecht zur Theorie passen, wenn wir im Verlaufe der Epoche Affen, Papageien, Nilpferde, Gazellen, Giraffen und Erdferkel auf europäischem Boden auftauchen sehen. Vollends aber die Pflanzenwelt zwingt uns zu der höchst seltsamen Behauptung, daß gleich in der ersten Epoche des Tertiär, im Eocän, anscheinend eine Erhöhung der Temperatur in Europa stattgefunden habe. Der Leser betrachte die hübsche, wesentlich nach Angaben des französischen Paläontologen Saporta entworfene Landschaftsskizze aus Südfrankreich, die auf besonderer Tafel diesem Kapitel beigegeben ist. Die Erklärung mag sich ebenfalls (nur mit Kürzungen) direkt dem Text aus Saporta's Buch „Die Pflanzenwelt vor dem Erscheinen des Menschen" anschließen. In neuester Zeit ist zwar auf diesem Gebiete der Pflanzenversteinerungskunde besonders bei uns in Deutschland eine sehr berechtigt skeptische Richtung aufgekommen, so daß das benutzte Material vielfach in raschem Flusse befindlich ist; aber diese Details treffen nicht den großen Faden der Dinge, wie ihn diese und ähnliche Schilderungen für unsern Zweck geben sollen. „Die Stadt Aix," berichtet Saporta, „liegt auf dem nördlichen Ufer des kleinen Flusses Arc (um es genauer auszudrücken, müßte man statt Arc Larus sagen, denn dieses ist der berühmte Fluß, an dessen Ufer um das zweite Jahrhundert v. Chr. Marius die Teutonen besiegte). Der Arc fließt von Ost nach West in einem engen Thale, dessen Öffnung einer Bodenschwankung entspricht, infolge deren in der Mitte der Eocänzeit das Gewässer des Sees aus dem Becken, welches er vorher einnahm, gedrängt und weiter nach Norden verpflanzt wurde. So entstand ein neuer See in dem Raume, der heute die Stadt Aix von der Durance trennt. Es war ein tiefes Becken von geringer Größe (man kann die Länge auf 18—20 km, die Breite auf 15 km schätzen). Im Osten erhob sich der Berg von Sainte Victoire, der heute ohne Zweifel weit niedriger ist, als er damals war. Die Trümmer der Gesteine seiner Gehänge wurden durch die Rieselwässer in den eocänen See geschwemmt, dessen Tiefen sie teilweise anfüllten. Die Lage dieses Sees gegenüber den Abstürzen von Sainte Victoire kann etwa mit derjenigen des Sees von Neuchâtel gegenüber dem Jura verglichen werden oder auch mit derjenigen des Vierwaldstättersees am Fuße der Alpen der Central-Schweiz. Die Dauer dieses Sees verlängerte sich weit über die Grenzen des Eocän, durch das Oligocän und das untere Miocän hindurch. Während der ersten Zeit seiner Dauer war der See der Schauplatz mannigfaltiger Erscheinungen; heiße Quellen stiegen auf, bald Schwefel, bald Kieselerde, bald kohlensauren Kalk in Lösung enthaltend. Es gab Ausströmungen mephitischer Gase und später vulkanische Ausbrüche mit Ergüssen basaltischer Lava. Alle diese Erscheinungen beweisen eine unterirdische Thätigkeit, die unaufhörlich im Schoße des Sees auftauchte

und zu wiederholten Malen den lebenden Wesen, die ihn bevölkerten, Tod und Verderben brachte. Ganze Bänke von Fischen wurden überrascht und in dem Mergelschlamm des Grundes begraben, der uns ihre Abdrücke getreu überliefert hat. Diese Fische gehörten mehreren Gattungen an, von welchen die eine (Lebias) noch heute die süßen Gewässer Sardiniens und Nord-Afrikas bewohnt. Die in großer Anzahl erstickten Insekten, worunter sehr kleine Florfliegen, Schmetterlinge, Libellen, geflügelte Ameisen und Bienen, wurden von dem Winde in den See geschleudert und hinterließen in den sich bildenden Schieferplatten ihre zarten Abdrücke, welche zuweilen noch Spuren ihrer Farben erhalten haben. Während dieser Zeit schwemmten die angeschwollenen süßen Wasser, die Bäche und Quellen, in gleichzeitiger Thätigkeit mit den Winden und den Regen, Pflanzenreste aller Art auf den Grund des Sees, namentlich Blätter, Zweige, Blumen und Früchte, mit einem Worte, alle Teile, welche von den Pflanzen losgerissen oder in natürlicher Weise von den Bäumen und Sträuchern abgefallen waren, die längs des Ufers oder in der benachbarten Gegend wuchsen. Unter gewöhnlichen Umständen lieferten nur diejenigen Arten, welche am häufigsten in der unmittelbaren Nähe des Wassers wuchsen, die in den Ablagerungen erhaltenen Überreste. Aber hier waren die Bedingungen ausnahmsweise günstig. Das Ufer war nicht nur reich gegliedert und reich bewachsen, sondern der Berg, der später von dem Sieg des Marius seinen Namen erhalten sollte, erhob auf dem östlichen Ufer des Sees seine Abstürze und sprang sogar, wie es scheint, in Form einer Landzunge an demjenigen Orte in den See vor, der heute der Windmühlenhügel genannt wird. So konnten mit Hilfe eines Flusses und seiner Nebenflüsse gewisse in Berggegenden oder im Hintergrunde der Wälder und der tief eingeschnittenen Thäler wachsende Pflanzen bis zu uns kommen. Die Gegenwart dieser Arten wird häufig nur durch ein einzelnes, isoliertes Blatt bezeugt, zuweilen sogar nur durch ein winziges, leichtes Organ, das aber durch den Wind leicht bis zu einem von seinem Ursprungsort weit entfernten Punkt getragen werden konnte." An diesem See von Aix wuchsen nun, wie Saporta weiter schildert, zunächst eine Anzahl Nadelhölzer, neben Fichten zahlreiche, den afrikanischen Typen verwandte Lebensbäume. Ferner Fächerpalmen mit 1½ m langen Blattwedeln, gewaltige Drachenbäume (Dracaena), wie sie heute den Kanarischen Inseln als nördlichster Grenze eigentümlich sind (vergl. das Bild in Band I S. 12), und Vertreter der schönen Pisangs oder Bananen (Musa), die heute so unzertrennlich mit dem Bilde einer Tropenlandschaft verwachsen scheinen. Zwischen sie mischten sich Kampferbäume, Zimmetbäume, Lorbeer, strauchartige Aralien, ein Judasbaum und viele andere. „Bei weiterem Vordringen in das Innere des Landes würde man sich in Waldgegenden befunden haben, welche durch ihr Ansehen und die Vergesellschaftung der Pflanzenformen

den Gehölzen ähnlich gesehen hätten, die heute in Inner-Afrika existieren. Die Gummibäume (Acacia) herrschen augenscheinlich vor. Man hat etwa ein Dutzend Arten entdeckt, die an ihren Früchten und Blättchen leicht kenntlich sind. Man weiß, daß die Giraffen sich heutzutage vorzugsweise von den Zweigen dieser Bäume nähren. In den weiten Ebenen, die mit diesen Bäumen besetzt sind, weiden sie das leichte Blattwerk, das in kleine Blättchen verteilt ist, ab und erreichen ohne Mühe mit Hilfe ihrer langen Hälse die Gipfel der höchsten Äste. Die Giraffen treten in Europa erst gegen das Miocän auf. Man bemerkt aber unter den Tieren, welche die Fauna der Zeit der Gipse von Aix bildeten, die Gattung Xiphodon (vergl. S. 677), eine Art prototypischer Wiederkäuer mit schlanken Formen und langem Halse, deren Gewohnheiten und Nahrungsbedürfnisse wahrscheinlich denjenigen der Giraffe ähnlich waren und die ohne Zweifel die Äste der eocänen Gummibäume abweideten. Neben diesen Gewächsen zeigten sich zahlreiche Ebenholzbäume (Diospyros), die an ihren Fruchtkelchen erkennbar sind, welche mit feinen äußeren Rauhigkeiten besetzt erscheinen. Andere Waldbäume sind uns nur durch seltene Trümmer ihrer leichteren Organe bekannt. Sie wuchsen wahrscheinlich etwas weiter entfernt im Hintergrunde der Thäler, an steilen Gehängen und am Ufer der Bäche. Wir erwähnen hier eine Magnolia, von der nur ein einziges Blatt bekannt ist; die Frucht, den Samen und sogar die Blumenkrone einer kleinen Catalpa, die einer chinesischen Art ähnlich ist; einen Ailantus, dessen Flügelfrüchte nicht selten sind, und endlich eine Esche, deren geflügelte Samen nur ein- oder zweimal gefunden wurden. Wir dürfen die prachtvollen Blumenkronen, deren Staubfäden noch sichtbar sind, eines Bombax oder Käsebaumes nicht vergessen, denn diese Baumgattung schmückt so prächtig die großen tropischen Wälder." Auffälligerweise drängen sich allerdings in diese Flora, die durchweg auf brennend heiße Sommer, die höchstens mit kühleren Regenzeiten wechselten, deutet, zwischen die Palmen, Drachen-, Gummi- und Käsebäume auch vereinzelte Reste echter, an heutige gemäßigte Verhältnisse gemahnender Erlen, Birken, Hainbuchen, Eichen, Weiden, Pappeln, Ulmen und Ahorne. Die Seltenheit indessen grade dieser Reliquien, „die in Masse auf den Mergelplatten sich vorfinden müßten, wenn die Gewächse sehr zahlreich gewesen wären, spricht zu Gunsten der Annahme, daß wir es mit Arten zu thun haben, die ziemlich weit entfernt und hoch über dem alten Seespiegel an Orten wuchsen, wo sie dem Einflusse eines Klimas unterworfen waren, das von dem wärmeren und trockneren Klima der unteren Thäler verschieden war. Wir müssen außerdem anführen, daß zwar wenig bemerkliche, aber in den Augen des Botanikers wichtige Unterschiede diese den heutigen Formen verwandten Arten von denjenigen unterscheiden, die wir jetzt noch in Europa oder der übrigen gemäßigt kalten Zone besitzen. Die Birke der Gipse, Betula gypsicola, von deren Blatt,



Riesige Baumstümpfe eines Waldes der Tertiär-Zeit,
aufgedeckt in der Braunkohlengrube Viktoria in Groß-Räschen (Provinz Brandenburg). Nach einer Photographie von H. Meyer in Senftenberg.

fruchttragendem Deckblatt und Flügelfrucht wir bis jetzt nur je ein Exemplar besitzen, darf nicht den nordischen Birken, sondern den centralasiatischen Betulaster-Arten angereiht werden. Ebenso verhält es sich mit der Ulme der Gipse, Microptela Marioni, die sich dieser südasiatischen Gattung anreiht, welche die Kälte fürchtet und halbausdauernde, lederartige Blätter besitzt. Die Eichen der Flora von Aix gleichen denjenigen von Louisiana oder stellen sich in die Nähe der immergrünen Eichen des südlichen Europa. Die Weide (Salix aquensis) muß mit den afrikanischen Weiden und die Pappel (Populus Heerii) mit der Pappel der Ufer des Jordan und des Euphrat verglichen werden. So finden wir immerhin, daß selbst diejenigen Gewächse der Flora von Aix, die auf den ersten Blick im Gegensatze zu den hauptsächlich südlichen Formen dieser Flora zu stehen scheinen, dennoch auf ein verhältnismäßig warmes Klima hinweisen."

So weit Saporta über die südfranzösische Eocän-Flora. Daß sie mit der ganzen Fülle ihrer Tropenformen noch weit nach Norden, mindestens bis Süd-England hinaufreichte, scheint zweifellos. Eine wenigstens einem milden Klima entsprechende Flora ging aber gleichzeitig bis Nord-Grönland, wo an der Westküste beim 70. Grad nördlicher Breite nach Heer noch Magnolien mit immergrünen Blättern, Kastanienbäume, der Ginkgo, der Sassafras-Lorbeer, Eichen, Platanen und Weinreben gediehen, was ein Klima etwa wie bei Montreux am Genfer See mit + 10½° C. Jahrestemperatur voraussetzt. In Amerika wuchsen noch viel höher hinauf in Grinell-Land bei 81° 45′ nördlicher Breite, wo heute das Jahresmittel bei 20° unter Null steht, Sumpfcypressen (Taxodium distichum, heute im Süden der Vereinigten Staaten lebend), Fichten, Kiefern, Eiben, Ulmen, Pappeln, Linden, Haselbüsche, Schneeballen, Seerosen, Schilfrohr, also typische Vertreter eines gemäßigten Klimas mit mindestens 8° C. über Null im Jahresmittel, — was volle 28° Differenz zwischen damals und heute besagt!

Der weitere Verlauf der Pflanzenentfaltung im Tertiär war dann etwa folgender. Im Oligocän war es in Europa offenbar noch sehr warm. „Von der baltischen Region und England," sagt Schenk, „lassen sich die Palmen durch Norddeutschland, die Schweiz, Ober-Italien bis nach dem Süden Frankreichs verfolgen und geben eine sichere Grundlage für die Temperaturbestimmung, welche mindestens 18° mittlerer Jahrestemperatur betragen haben muß. Das häufige Vorkommen von Palmenstämmen in der Braunkohle der Provinz und des Königreichs Sachsen spricht dafür, daß sie nicht vereinzelt, sondern in größerer Menge auftraten. Ähnlich verhält sich nach Lesquereux's Angaben die Verbreitung der Palmen im Tertiär Nord-Amerikas." Die größte und schönste der europäischen Palmen war Sabal major, der heute lebenden prachtvollen Schirmpalme der Antillen (Sabal umbraculifera) ganz nahe stehend. Im Miocän ist die

Vegetation Europas eine überaus reiche und schöne, aber es macht sich unbedingt eine langsame Abkühlung geltend, es müssen Winter, wenn auch noch sehr wenig der heutigen Strenge nahekommende, den ruhigen Gang des Jahres unterbrochen haben. Während kein Palmenrest sich mehr nördlich von den Alpen zeigt, dringen offenbar jene Formen der gemäßigten Zone, die schon ums Ende des Eocän hoch am und über dem Polarkreis sich entwickelt hatten, mehr und mehr nach Süden in den Kontinent vor. Bis ins Pliocän geht überhaupt keine Palme mehr mit. Immerhin hält sich die Flora lange noch auf einem Niveau, das etwas über dem heutigen steht, bis als Abschluß der ganzen Epoche ein so rapider Niedergang sich meldet, daß kein Zweifel darüber möglich bleibt, es sei hier etwas Entscheidendes eingetreten, das nicht mit einem Schlage, aber im ganzen doch mit der vollen Wucht einer Katastrophe die europäische Vegetation zeitweise noch tief unter das heutige Niveau herabgedrückt habe. Wir stehen vor dem Phänomen der Eiszeit. Was war geschehen? Welche umfassenden Wandlungen im Erdleben machten sich auf einmal geltend? Ein Heer von Fragen wächst angesichts ihres Schlußereignisses jäh aus der ganzen Tertiär-Zeit herauf. Sehen wir, ob wir sie lösen können.

Die Eiszeit.

Der Zeitraum vom Schluß des Tertiärs bis auf unsere Tage ist ein verschwindend kurzer, wenn man ihn mißt an den ungeheuerlichen Strecken früherer Epochen der Erdgeschichte. Er ist aber lang genug, wenn man ein engeres Maß anlegt und vielleicht schon in den paar Jahrtausenden menschlicher Kulturtradition etwas „Großes“ sieht. Dann ist gewiß, daß auch er noch Raum giebt für mancherlei Wandel der Dinge.

Gewisse große Umformungen der Erdoberfläche, wie sie den voraufgehenden Zeiten eigentümlich waren, dürfen wir allerdings aus ganz bestimmten Gründen nicht mehr erwarten. Um den Ausgang des letzten Tertiärabschnittes, des Pliocän, sind die Erdteile und Meere von heute in ihren Hauptumrissen endgiltig angelegt. So wird es von selbst zur Unmöglichkeit, daß inmitten unserer Festländer noch große Meeressedimente zur Ablagerung kommen, wie sie, zu festem Gestein verhärtet, für die älteren Epochen allenthalben so bezeichnende Denkmäler abgeben. Angelegt sind, eben als Produkt der Tertiär-Zeit, jetzt auch die wichtigsten und höchsten Gebirgsketten, und wenn auch das Wechselspiel der Hebungen und Senkungen

unabläſſig fortdauert in der ſich einſchnürenden Erdrinde, wenn das Aufquellen vulkaniſcher Maſſen an den entlaſtenden Spalten keineswegs zum Stillſtand gelangt, ſo iſt doch auch in dieſer Hinſicht entſchieden eine Periode relativ größerer Ruhe im Schieben, Aufpreſſen und Verunſtalten der älteren Rindenteile dieſes Erdballs mit dem Aufbau jener Gebirge vorerſt gegeben. Trotzdem iſt es ſelbſtverſtändlich, daß eine lange Folge von Jahrtauſenden, an die wir doch als ein Mindeſtmaß denken müſſen, nicht ſpurlos hingeht, wo ein einziges Jahrtauſend unter unſern Augen den tiefgreifendſten Wandel ſchafft. Unabläſſig nagte jetzt wie früher und ſpäter die atmoſphäriſche Hülle der Erde an dem harten Untergrund. Was die Tertiär-Zeit eben geſchaffen, begann der neue Weltentag mit unerbittlicher Folgeſicherheit ſogleich wieder zu zerſtören. Die grotesk aufgetürmten Zacken der jungen Gebirge verfielen, noch während ſie ans Licht traten, der Verwitterung. Kein Wunder, wenn an ihrem Fuße ſich im Laufe der nachtertiären Zeit ſchon koloſſale Geröllmaſſen angehäuft haben und entſprechend die Gipfel zu Ruinen zerbröckelt ſind. Über das Flachland aber, das zum Teil auch im ſpäten Tertiär erſt frei geworden, dem Meere wieder entrückt worden war, breitete ſich ebenſo naturgemäß durch die Anſchwemmungen der Flüſſe wie durch Sandaufhäufungen der Winde eine gleichſam ſchützende Schicht, der erſte ſchüchterne Anſatz einer neuen „Formation“, die aber, eben weil wir noch gegenwärtig inmitten ihrer Jugend ſtehen anſtatt wie bei den älteren weit jenſeits ihres Greiſentums, für uns oberflächlich aufdringlicher als alle anderen Formationen zuſammengenommen das Bild der heutigen Flach- und Mittellandſchaft der Erdteile beherrſcht. Wenn man für die nachtertiäre (im Gange des loſen Schemas alſo wohl quartäre) Bedeckung und die Zeit ihres Werdens das allgemeine Wort „Diluvium“ benutzt, ſo darf man in keiner Weiſe an eine nochmalige abnorme Waſſerüberflutung aller Länder (Diluvium im Sinne von Sintflut gefaßt) denken, ſondern man wird zunächſt den ganz ſchlichten Gang der Dinge ins Auge faſſen müſſen, wie er heute noch allerorten ſich vollzieht. Es iſt unendlich wichtig für uns, dieſes ſo junge Diluvium. Mit Recht hat man ſeine fruchtbare Decke als die „Korn-Formation“ bezeichnet hinſichtlich des Nutzens, den ſie in unſerer Bodenbewirtſchaftung beſitzt. In dieſem Sinne ſcheint ſie uns noch intenſiver mit dem Gegenwärtigen verknüpft. Und wenn wir hören, daß im Lehm dieſes Diluviums zugleich die älteſten Reſte primitiver Menſchheitskultur eingebettet liegen, ſo iſt es vollends, als ſchwinde jede letzte Schranke: von dem goldig wogenden Ährenfeld dieſes Tages ſchweift der Blick ſcheinbar ungehemmt hinab bis über die Grenze des Tertiär, allenthalben umgeben von derſelben leiſe wühlenden und ringenden Arbeit der Natur, während nur der Menſch ſelber ſich in grandioſer Geiſtesentfaltung aufrafft von kulturarmen Anfängen zu der glänzendſten wirtſchaftlichen Ausnutzung aller Schätze und verborgenſten Fähigkeiten dieſer Natur.

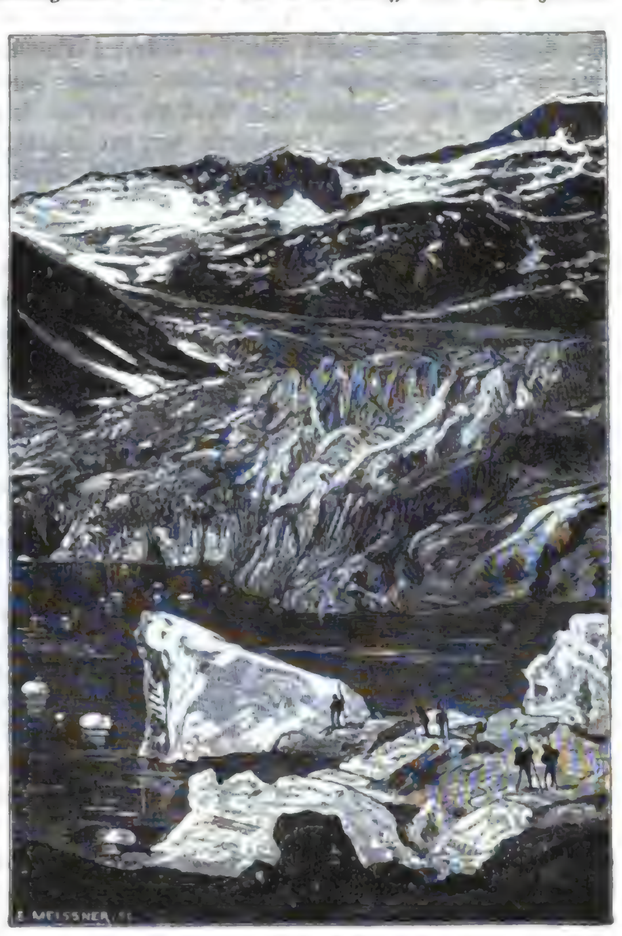


Gletscher-Landschaft:
Partie aus dem mittleren Rhone-Gletscher in der Schweiz.

Es giebt Stellen genug auf der Erde, wo in der That die Tertiär-Zeit über das Diluvium hin glatt in die Gegenwart überführt. In jenen denkwürdigen Pampasablagerungen Süd-Amerikas, wo der Mensch — vielleicht der älteste bekannte Mensch — die Megatherien, Makrauchenien und Toxodontier jagte und sich seine Hütte aus dem steinharten Gürteltier-panzer des Glyptodon baute, ist geologisch eine Grenze nirgendwo scharf zu ziehen, und nur die altertümlichen Tierformen bezeichnen absterbend einen Bruch zwischen dem Diluvium und der Gegenwart, der aber gewiß kein plötzlicher war und mindestens vom Menschen selbst überlebt wurde. Ein solches allmähliches Absterben alter Tierformen ohne durchgreifende Verwandlungen des Terrains ist merkwürdig und weist auf Bedingungen im Daseinskampfe der Organismen, die unsere Wissenschaft noch nicht klar überblickt. Aber es bleibt im allgemeinen doch im Rahmen der ruhigen Fortentwickelung. Auch bei uns in Europa würde man bei einer ähnlichen sanften Überleitung des Tertiär in die Jetztzeit einen solchen Prozeß nötig haben, ohne daß er an sich einen scharfen Schnitt bedingte. Das pliocäne Europa, dessen Klima dem heutigen ungefähr bereits entsprach, beherbergte, wie wir gesehen haben, noch große Elefanten, wie den Elephas meridionalis und den Elephas antiquus, und Nilpferde. Man müßte sich denken, daß sie langsam mit dem Diluvium das Terrain verlassen hätten, nach Afrika ausgewandert seien oder doch diesseits des Mittelmeeres abgestorben wären. Eine recht gute Analogie könnte der Löwe geben, der sich in einer Form, die sich von der heutigen westasiatischen und afrikanischen nicht unterscheidet, noch bis in die historische Zeit hinein in Süd-Europa zu erhalten gewußt hat, heute aber ebenfalls dem Elefanten nachgezogen ist. In diesem Sinne könnte es nur noch ganz wenig sein, was — abgesehen von der jetzt entscheidend vortretenden Rolle des Menschen — zur Abrundung unseres erdgeschichtlichen Bildes, wie es in den voraufgehenden Kapiteln entworfen ist, nachzutragen wäre. Und doch ist die ganze Rechnung von der Ecke ab, wo Europa herangezogen wurde, irrig. Der glatte Verlauf, wie ihn viele Gegenden zeigen, paßt für ungeheure Gebiete der Nordhalbkugel der Erde in keiner Weise, so sehr auch hier und da der Schein trügt. Ein großes und überraschendes Phänomen sprengt vielmehr hier die Kreise noch einmal in vorletzter Stunde. Fassen wir ins Auge, wo es sich in erkennbaren Spuren manifestiert hat.

Unsere Betrachtung hat in den früheren Kapiteln wiederholt bei den Bausteinen großer Städte, wichtiger Monumente verweilt: von den Silur-blöcken voller Tintenfischgehäuse an den Bauten Stockholms bis zu den Kalkalgenlagern des Leithakalks von Wien und dem umgewandelten Marmor des Parthenon. Diesmal soll der Blick haften auf einer Stadt, deren Untergrund und Baumaterial uns bisher noch niemals begegnet ist: auf Berlin. Vor dem Berliner Museum ragt inmitten der grünen Anlagen

bekanntlich eine gewaltige Schale aus Granit. Der Block, der in die gefällige Kunstform mühsam verarbeitet ist, stammt aus der Mark selbst, aus der Umgegend von Fürstenwalde, wo er und ein paar ähnliche seinesgleichen als einsame Granitungetüme von 5½ bis 8 m Länge den Wald zierten. In der sandigen Mark, von der nicht besonders erzählt zu werden braucht, daß sie keine hohen Granitkuppen besitzt, von denen diese gigantischen Trümmerstücke durch Verwitterung losgebröckelt und herabgekollert sein könnten, muß die plötzliche Gegenwart so charakteristischer Blöcke notwendig Verwunderung hervorrufen. Allenthalben steht die Gegend hier im Zeichen des Diluviallehms. Wie immer man sich im einzelnen die geschichtliche Entstehung dieser großen norddeutschen Oberflächenbildung



Gletscher-Landschaft:
Der Gurgler Eissee im Ötzthal (Tirol).

denken mag: sicherlich wird man alles eher darin erwarten als Granittrümmer. Selbst das Gestein der Tiefe, das gelegentlich, wie nicht zu weit von Fürstenwalde selbst bei Rüdersdorf, sich als Unterlage des Diluviums verrät, ist altes Sedimentgestein der Sekundär-Zeit, keineswegs aber Granit. In Wahrheit liegt jedoch buchstäblich das ganze norddeutsche Diluvium gradezu gespickt voll von losen, völlig regellos zerstreuten Gesteinstrümmern ver-

wandter Art (Granit, Gneis, Porphyr, auch versteinerungführende Stücke der Silurformation u. a.), Gesteinstrümmern, die nicht aus der Tiefe losgewaschen sein können und zu denen andererseits auf endlose Landstrecken hin keinerlei Gebirge zur Verfügung steht, von dem sie abgestürzt sein könnten. Die Granitblöcke von Fürstenwalde sind bloß hervorstechend durch ihre Größe. Entsprechendes Material kleineren Kalibers steckt allerorten ringsum mehr oder minder lose im Boden. In den langen Jahrhunderten, da hier schon Kultur blühte, aber Geologie noch ein fremdes Ding in ihr war, mochte der ärgerliche Landmann, dem der ungefüge harte Beisatz im weichen Ackergrund den Pflug störte, wohl sich damit trösten, daß von Beginn der Welt an stahlhartes Gestein brockenweise in die gute Erde gemischt sei. Die ganz kolossalen Gesellen wie jene Fürstenwalder Granite pflegte dann in den ortsüblichen Sagen noch besonders der Teufel durch die Lüfte herangeschleppt zu haben. Im Moment, da auch nur etwas erste Geologie zaghaft sich in die norddeutschen Lande wagte, reichten diese Hausmittelchen nicht, man mußte eine gesunde Erklärung um jeden Preis suchen.

Der erste Gedanke war selbstverständlich an die nächsten ordentlichen „Berge". Es war das deutsche Mittelgebirge, — etwas weit freilich, aber immerhin die Heimat der großen Ströme der Ebene, in deren Lehm die fremden Steine lagen. Die Ströme mußten das Gestein in üppiger Vorzeit mitgeschollert haben. Aber das Unglück wollte, daß das Material, abgesehen von der Riesengröße einiger Steinindividuen, gar nicht nach echtem, vom Wasser zu Kieseln abgerundetem Schwemmmaterial ausschaute. Es sah vielfach regelrecht drein, als sei es eben direkt von steilem Hochgebirge abgebrochen. Dazu kam als das Bedenklichste aber, daß grade die Teile des deutschen Gebirges, die das Material hätten abgeben müssen, ebensowenig dazu stimmen wollten wie etwa der Muschelkalk der Tiefe bei Rüdersdorf. Dagegen fand sich eine ganz unerwartete Analogie zu Gebirgen und Gegenden, die dem Lauf der Flüsse nach grade die denkbar unmöglichsten hätten sein sollen. Reisende, die mit geologisch schon etwas geschultem Blick nach Norden, über die Ostsee nach Skandinavien, vordrangen wie Hausmann (1806) und Leopold von Buch (1806—1808) gewahrten mit Staunen jenseits des Meeres in den Urgesteinen und den kambrischen und silurischen Sedimenten der Skandinavischen Halbinsel riesige kompakte Massen genau desselben Materials, das in vieltausend Scherben einzeln über ganz Norddeutschland ausgestreut war. Wie aber sollte hier ein Zusammenhang gedacht werden? Vor einem Transport acht Meter langer Blöcke über die ganze Ostsee weg würde am Ende selbst der naive Volksglaube den Teufel haben zurückschrecken lassen. Und doch war die Thatsache des Konnexes nicht lange zu leugnen. Man mußte sich gewöhnen, in den Blöcken Deutschlands „erratische Blöcke" zu sehen, d. h. Wanderblöcke

(errare, wandern) oder Irrblöcke, die in irgend einer vorläufig unfaßbaren Weise die Reise übers Meer von Schweden und Norwegen her gemacht hatten. Vereinzelte Nothypothesen, die von Gaseruptionen inmitten der norddeutschen Tiefebene fabelten, bei denen die fremdartigen Gesteine aus unbekannter Tiefe der Erdrinde gewaltsam sollten heraufgeschleudert worden sein, konnten sich neben der sichtbaren Analogie, die jeder Reisende bestätigte, nicht halten. Es galt, Hypothesen direkt auf jener Analogie als der Grundthatsache aufzubauen, allerdings eine Herkulesarbeit im wahren Sinne.

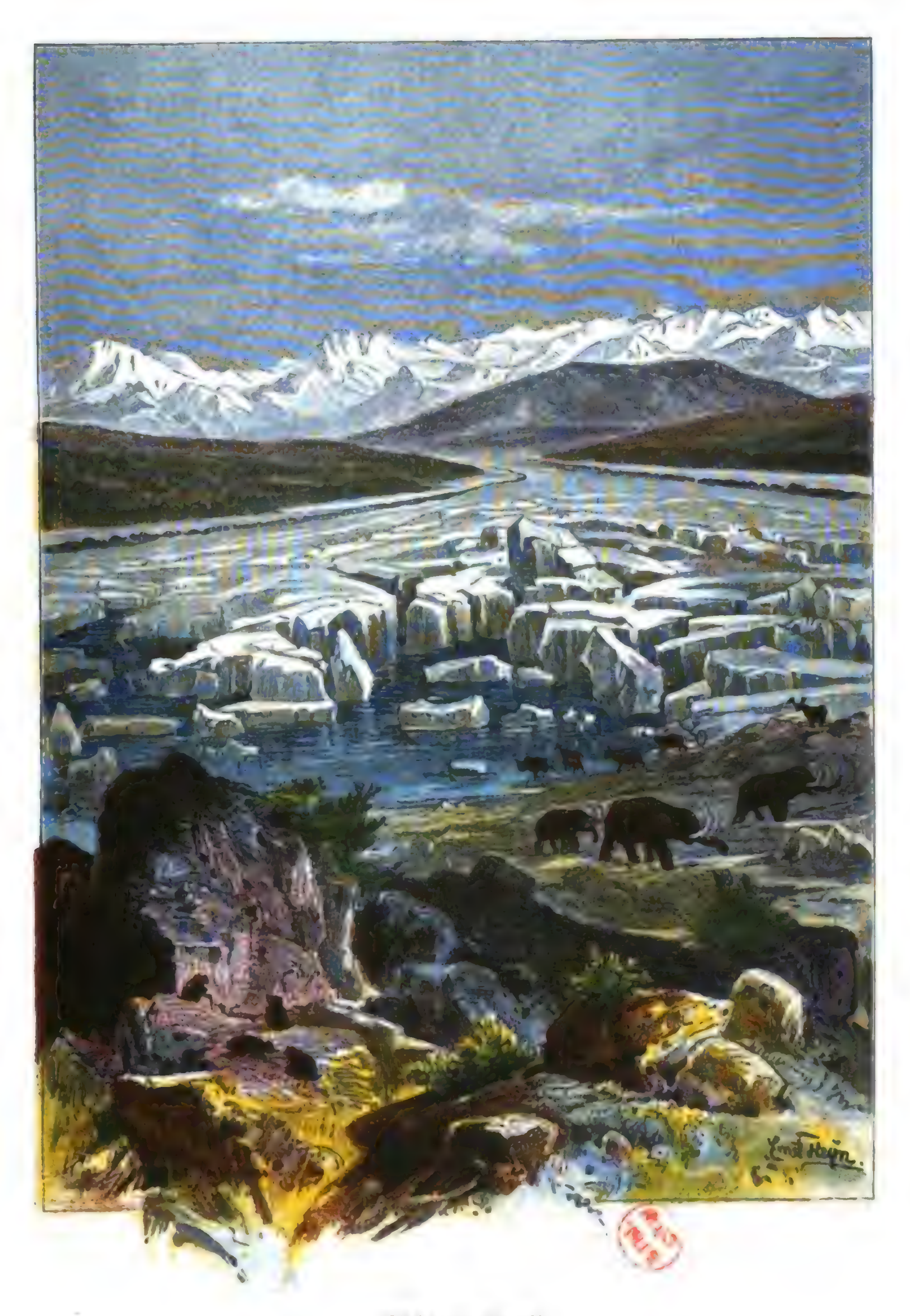


Gletscher-Landschaft:
Ein abtauender, zurückweichender Gletscher (Madatsch-Gletscher in Tirol).
Nach einer Photographie von Würthle & Spinnhirn.

Hier mußte nun bedeutsam werden, daß an einem zweiten, seit längerer Zeit sorgsam studierten Orte Europas ebenfalls „erratische Blöcke“ vorkamen — nämlich allenthalben im Umkreise der Alpen. Das Problem lag dort an sich einfacher. Wenn man an den Gehängen der zu den Alpen gewendeten Seite des Juragebirges kolossale Blöcke von Gneis und Granit, also Urgestein des Centralstocks der Schweizer Hochalpen fand, so war von vorne herein kaum ein Zweifel an der Grundthatsache möglich, daß dieses verirrte Gestein wirklich von dem echten Alpenmassiv herstamme und nur durch irgend eine Katastrophe gewaltsam losgebrochen und hierher versetzt sei. Die versetzende Kraft konnte dabei etwas geringer taxiert werden als im Norden, da kein Meer und kein so enormer Raum überhaupt den jetzigen

Fundort von der Heimat trennte. Immerhin war doch denkbar, daß man mit einer Lösung hier im engeren für die erratischen Alpenblöcke auch dem Geheimnis der skandinavisch-norddeutschen Blöcke auf die Spur kommen werde, nicht natürlich so, als wenn letztere nun etwa auch von den Alpen hätten stammen sollen, sondern in dem Sinne, daß gleiche Ursachen sie von Schweden und Norwegen bis in die Mark entführt hätten wie jene vom Alpenmassiv bis an den Jura.

Der erste, der eine Erklärung für den Schweizer Fall versuchte, war Saussure am Ende des vorigen Jahrhunderts. Die Kraft, die das Wunder der erratischen Blöcke im Alpenvorland geschaffen, war nach ihm einfach eine ungeheure Entfesselung strömenden Wassers. Eine furchtbare Katastrophe mit felsensprengenden Erdbeben sollte große Meeresreste, die sich aus älterer Zeit im Alpengebiet wie in hochgestauten Reservoirs erhalten, plötzlich befreit haben, und herabstürzend rissen diese Wässer nun die Blöcke mit ins Thal. Die Ansicht fand großen Anklang. Es war die Zeit der Werner'schen Schule (vergl. Bd. I. S. 171) und die allmächtige Rolle des Wassers hatte nichts Überraschendes, noch weniger die wilde Plötzlichkeit der Katastrophe, die sogar in der Folge, im Banne der Cuvier-schen Ideen, noch zu immer schärferer Ausmalung verlocken mußte. Auch sprach wirklich vielerlei Detail für Wassertransport, und trotz aller Gewaltsamkeit war die Hypothese immer als Bild noch anschaulicher als etwa die gleichzeitige Idee Dolomieu's, daß die Alpen vormals bis zu den Fundstätten der Blöcke eine schiefe Ebene gebildet hätten, an der die Gesteinstrümmer einfach abgerutscht wären. Saussure's Lehre wurde planmäßig fortgebildet von Leopold von Buch. Hatte schon Saussure ein „Erdbeben" für seine große Wasserentfesselung gebraucht, so mischte Buch mehr und mehr im Sinne der gegen Werner sich wendenden neuen Schule vulkanistische Elemente in die Theorie. Den eigentlichen Anstoß für die jähe Zerstreuung des alten Schweizermeeres und mit ihm das Niederprasseln aller der Blöcke sollte schließlich die Erhebung des Alpenmassivs selbst hergegeben haben, und da diese Erhebung im Sinne der damals gangbaren Ansicht durch Emporquellen glühender Massen erfolgt war, so kam am Ende beinah mehr eine Dampfexplosion mit regellosem Fortschleudern scherbenartig zerplatzter frischer Produkte des Erdinnern heraus, als ein eigentlicher Wassersturz. Erging man sich einmal in der Weise in tollen Spektakelstücken, so war bloß für die skandinavischen Gebirgsbildungen derselben Zeit noch etwas Steigerung nötig, um Granitscherben, in Garben kochenden Schlammwassers eingeschlossen, auch über die ganze Ostsee weg nach Fürstenwalde zu schleudern. Auf der anderen Seite allerdings mußte überall da, wo man allmählich etwas Skepsis gegenüber derartigen „Polterkammern der Geologie" (wie der alte Goethe sagte) zeigte, grade diese groteskeste Hochtreibung der Hypothese die schärfsten Zweifel anbahnen helfen. Escher von der Linth



Zürich zur Eiszeit.
(Nach Oswald Heer.)

Verlag von J. Neumann, Neudamm. Farbenbuchdruck von J. Neumann, Neudamm.

hatte zwar noch triumphierend auf den Durchbruch eines Alpensees im Wallis hinweisen können, der 1818, grade inmitten der Erörterungen, eine Wasser-katastrophe im kleinen ad oculos demonstrieren sollte. Elie de Beaumont zog zur Erklärung der abstürzenden Wasser in dem Buch'schen Schreckens-roman gar noch schmelzende Gletscher heran. Aber die Kritik ließ sich nicht mehr abweisen.



Gletscher-Landschaft:
Ein sogenannter Gletschertisch.
Man muß sich vorstellen, daß der große Felsblock, der jetzt eine Art Tischplatte auf einem Fuß von Eis bildet, ursprünglich auf einer weiten Eisfläche lag, die langsam ins Tauen geriet. Die Stelle unter dem Stein, die am stärksten gegen die Sonnenwärme geschützt lag, widerstand der Schmelzung naturgemäß am längsten, so daß nach Schwund des ganzen übrigen Eisfeldes der Stein immer noch tischartig auf einer dicken Säule ungeschmolzenen Eises emporragt.

Indem noch gleichzeitig mit Buchs späteren Arbeiten Lyell auf der ganzen Linie seinen erfolgreichen Feldzug gegen die Polterei und Katastrophen-lehre eröffnete, versuchte er auch, vor allem für die norddeutsche Block-formation eine neue, wesentlich einfachere und im Rahmen der heute noch gegebenen Naturprozesse verbleibende Erklärung aufzustellen. Er schuf die sogenannte Drift-Theorie. „Drift“ bezeichnet im Englischen so viel wie etwas, was mit der Strömung treibt. Gemeint waren Eismassen, die auf dem Wasser trieben. Schon um die Wende des Jahrhunderts hatte

der Berliner Mathematiker Wrede, obwohl noch befangen in der naiven Meinung, die erratischen Blöcke des Odergebietes stammten vom mitteldeutschen Gebirge, mit Scharfsinn betont, daß hier auch an einen Transport auf treibenden Eisschollen, anstatt direkt durch das Wasser gedacht werden könne. Venturi umgab etwas später (1817) die Hochalpen ähnlich mit einem hypothetischen Meeresgürtel, über den treibende Eisstücke die Blöcke verfrachtet haben sollten. Inzwischen war durch scharf beobachtende Nordpolfahrer, wie Skoresby, die Thatsache an sich über jeden Zweifel erhoben worden, daß in den Polarländern beständig kolossale Eisberge sich losrissen, die ganz regelmäßig eine Unmasse Gesteinstrümmer bis zu den enormsten Blöcken in sich schlossen. Durch Strömungen weit in tiefere Breiten getrieben und dort zum Schmelzen gebracht, entluden sie dieses Gestein dann fern von der Heimat an Orten, wo man es nie hätte vermuten können. Hier knüpfte Lyell 1830 an. In einer früheren Zeit, lehrte er, besaß Skandinavien große, bis ans Meer reichende Gletscher an seiner Südseite. Von diesen Gletschern lösten sich steinbefrachtete Eisberge und schwammen im Banne der Strömung über die Ostsee. Gleichzeitig stand das norddeutsche Tiefland mehr oder minder unter Wasser, die Eisberge kamen also noch weiter und schmolzen vielfach erst in unsern Breiten, so daß ihre skandinavischen Steinfrachten auf den Grund absinkend direkt etwa in den (heute trockenen) Boden der Mark gelangen konnten, wo wir ihnen jetzt, nach Abfluß der alten Meerwasser, noch staunend begegnen.

Die Trift-Theorie, für die unter andern auch Darwin 1832 aufs lebhafteste eintrat, enthielt enorme Vorzüge vor der Wasserkatastrophen-Theorie. Einen besonderen Wert erhielt sie durch die erstmalige Betonung der Thatsache, daß es eine Zeit gegeben zu haben scheine, wo Skandinavien viel gewaltigere Gletscher als heute besaß. Man wurde gradezu auf ein kälteres Klima ganz Europas zur Diluvial-Zeit hingelenkt. Was die Trift-Theorie dagegen schädigte, war ihre schlechte Verwertbarkeit in den Alpen. Und doch enthielt sie auch für die dortigen Verhältnisse wenigstens einen Fingerzeig, der hochwichtig war. Sie zog Gletscher — wenn auch nur indirekt, als Heimstätte der Eisberge — heran. In den Alpen, wo man allenthalben vor Gletschern stand, sollte dieser Begriff plötzlich eine ungeahnte Bedeutung für die ganze Theorie der erratischen Blöcke gewinnen.

Neben die Trift-Theorie stellte sich die Gletscher-Theorie. Ihr Kerngedanke ist folgender.

Unter einem „Gletscher“ versteht man ein Gebild, das zu den merkwürdigsten und auffälligsten der Erde gehört. Oberhalb einer gewissen, je nach der Lage auf der Erde verschiedenen Höhengrenze, erfolgen alle Niederschläge konstant in Form von Schnee: es herrscht das Reich des ewigen Schnees. Ohne jede Schmelzungsmöglichkeit, wie er dort oben ist, müßte

dieser eigentliche Hochgebirgsschnee sich im Laufe der Zeiten immer riesiger anhäufen. Aber ihr eigenes Gewicht drückt die Schneemassen beständig



Gletscher-Landschaft: Szenerie vom Rande des Inlandeises in Grönland: Der Itivdliarsuk-Eisstrom.

abwärts. Sie geraten an die Taugrenze, wo sie durch teilweises, oberflächliches Tauen und gleichzeitiges Wiederzusammenfrieren des einsickernden

Tauwassers in den innerlicheren, kälteren Teilen eine geschlossenere, körnige Masse, den sogenannten Firnschnee bilden. Dieser Firnschnee drängt aber-



Gletscher-Landschaft: Der Rand des Inlandeises von Grönland zwischen dem Sermilik- und dem kleinen Karajak-Fjord. Jenseits des durchschnittenen Sees fällt die Eismauer 31 m hoch senkrecht ab. Das Inlandeis bedeckt das grönländische Festlandplateau in einer Ausdehnung von mehr als 30000 Quadratmeilen.

mals abwärts. An steiler Wand stürzt er gelegentlich jäh als Lawine ganz zu Thal, wo er restlos aufschmilzt. Ist aber der Abhang nur sanft geneigt,

bietet er gar irgend eine Art Mulde gegen ein Thal hin, so entwickelt sich durch ein kompliziertes, langsames Zusammenwirken von Tauen, Wiedergefrieren und beständigem Druck allmählich eine kompakte Eismasse, die wie ein riesiger Eiszapfen von dem Hochschnee- und Firnplateau dauernd herabhängt: es entwickelt sich der Gletscher. Unten unablässig abtauend, drängt er von oben ebenso unablässig wieder nach, so daß er also als Ganzes nur ein scheinbar konstantes Gebild ist, in Wahrheit aber einen unablässigen Eisstrom mit abwärts gerichteter Bewegung darstellt, der bloß durch das ewige Abschmelzen unten eine bleibende Größe wahrt, die er nicht überschreiten kann, solange die Temperatur des Landes im ganzen sich nicht verändert. Es liegt in der seltsamen inneren Bewegung dieses unheimlichen Eiszapfens begründet, daß er unablässig in nachhaltiger Weise das Gestein des Gebirges bearbeitet und verschiebt. Steinmassen des Hochgebirges, die verwitternd in höchsten Regionen auf die Eisfläche gestürzt sind, werden langsam, aber in ganz konstantem Fluß ins Thal hinabtransportiert, wo sie sich an der Abschmelzungsstelle weit unten als sogenannte Stirn-Moräne (Moräne ist ein Walliser Provinzialausdruck für angehäuften Gletscherschutt) ablagern. Selbst hausgroße Blöcke können in dieser Weise über weite Strecken abwärts geschafft werden, und zwar in einem kaum veränderten, noch völlig scharfkantigen Zustande. Die eigentümliche, unnachgiebige Masse des Gletschers bedingt aber auch bei seinem Absinken vielfache Zerklüftungen und Brüche des Eises, — es öffnen sich Gletscherspalten, und indem eine Anzahl von jenen abwärts reisenden Gesteinstrümmern regelmäßig in die Tiefe des Eisstroms versinkt, entsteht auch eine Art Moräne am Boden des Eisstromes, die Grund-Moräne. Die Gesteine backen hier mit dem Eis fest zusammen und werden bei dem Vorrücken des Gletschers wie ein Nagel an einer Stiefelsohle über die eigentliche Gebirgsunterlage hingeschleift und „gekratzt“, wodurch das Gestein teils völlig zu Sand zerrieben wird, oder aber die widerstandsfähigen Stücke in charakteristischer Weise abgerieben, geglättet und gestreift werden. An der Abschmelzungsstelle unten, in der Stirn-Moräne, kommen natürlich auch diese Sande und Gerölle der Grund-Moräne schließlich wieder ans Tageslicht und mischen sich hier unter die scharfkantig gebliebenen Trümmer der Oberfläche. Gleichzeitig mit diesem Prozeß erleiden nun aber auch noch die eigentlichen Grundlagen des Gletschers, die Gesteinswände, auf und an denen er sich mit seiner Trümmerfracht hinzieht, höchst bedeutsame Veränderungen. Die Felsen des Muldengrundes sowohl wie die der Wände werden von der langsam sich über sie hinschiebenden Eismasse zunächst im ganzen aufs schönste abgerundet, ja gradezu poliert. In diese Politur aber graben sich zugleich zahlreiche feine Ritzen und Streifen ein, die sich aus dem Hinschleifen der harten Gesteine der Grund-Moräne (der Nägel im glättenden Stiefel, um bei dem oben gebrauchten Bilde zu bleiben) aufs

leichteste erklären lassen und naturgemäß entsprechend dem vom Gletscherschub bedingten Abwärtszug der Grund-Moräne alle genau in der Richtung der Bewegungsachse des Gletschers parallel zueinander verlaufen. Der Gletscher bietet uns somit auf der einen Seite ein ausgesucht leistungsfähiges Vehikel für den Transport vieler und großer Gesteinsmassen vom Hochgebirge über der ewigen Schneegrenze bis zu relativ tiefen und weit davon entfernten Stellen herab, — er liefert uns gleichzeitig aber auch in dem Aussehen sowohl der transportierten Steine wie dem Aussehen der Felsen, an denen er mit ihnen entlang gerutscht ist, untrügliche Dokumente für seine Existenz, selbst wenn er selber durch besondere Umstände später ganz in Fortfall gekommen sein sollte.*) Hier setzt nun die Gletschertheorie folgerichtig ein. Jene erratischen Blöcke, sagt sie, die heute relativ fern von den Hochgebirgen, deren Gestein sie entstammen, sich finden, sind durch Gletscher an ihre heutigen Orte transportiert worden. Allerdings fehlen heute die riesigen Gletscher, die dazu nötig sind. Aber daß diese vormals bestanden haben, lehrt die Natur des Gesteins selbst und lehrt die Beschaffenheit der Felsen zwischen dem heutigen Fundort und dem nächsten Hochgebirge. Da zeigen sich dem am bestehenden Gletscher geschärften Blick allenthalben in Thälern, die heute keinerlei Eisströme mehr bergen, die Schliff- und Kratzspuren vergangener Eiskolosse; da bieten sich fernab von jedem heute bestehenden Gletscherfuß noch gewaltige Stirn-Moränen u. s. f.

Wie man sieht, setzt auch diese Gletscher-Theorie gleich der Drift-Theorie einen Zustand früherer größerer Vereisung, weit gewaltigerer Gletscherentfaltung voraus, gewinnt also eine eminente geologische Bedeutung, ganz abgesehen von der Erklärung eines Lokalphänomens wie der erratischen Blöcke. Dabei ist sie unbedingt universaler, umfassender als die Drift-Theorie. Während sie für die Alpen in einer sehr erwünschten Weise diese überflüssig macht, läßt sich den nordischen Verhältnissen gegenüber sagen, daß sie die Drift-Theorie hier ohne Schwierigkeit als Bestandteil in sich aufnehmen könnte, falls die Gründe, die Lyell anführte, alle dauernd stichhaltig wären. Die losbröckelnden und bis in die norddeutsche Ebene hinabschwimmenden Eisberge sind ja im Grunde nur Gletscherteile, die das Block- und Schottermaterial der Stirn-Moränen noch weiter fortführen. Es fragte sich nur, als die Gletscher-Theorie einmal in klaren Linien aufgemauert war, ob nicht selbst dieser letzte Drift-Anteil auch noch sich als überflüssig herausstellte — und ob nicht, mit andern Worten, auch die erratischen Blöcke der norddeutschen Ebene einfach direktes Moränenmaterial alter, riesiger Gletscher darstellten, die über das Terrain der heutigen Ost- und Nordsee weg von den skandinavischen Gebirgen einmal bis hierher gereicht hatten.

*) Der Leser betrachte besonders auch das Bild Bd. I S. 16 (Aletsch-Gletscher) zum Verständnis des Vorangehenden noch einmal genau, sowie Bd. I S. 39 den riesigen erratischen Block aus dem Wallis.

Der eigentliche wissenschaftliche Begründer der Gletscher-Theorie ist Johann Charpentier, Salinendirektor zu Bex im Kanton Waadt, in seinem klassischen Essay über die Gletscher und erratischen Gebilde des Rhone-Bassins 1841. Die nackten Grundzüge der Lehre waren allerdings vor ihm schon von andern erfaßt worden, so von dem Engländer John Playfair gelegentlich einer Reise in die Schweiz 1815, von dem Norweger Esmark, der die ehemalige Vergletscherung Norwegens 1827 studiert hatte, von dem Schweizer Ingenieur Venetz, den Charpentier selbst als den eigentlichen „Entdecker“ feierte, und endlich von keinem geringeren als Goethe. In dem wunderlichen Gedankenchaos der Wanderjahre Wilhelm Meisters findet sich (Buch II, Kap. 10, gedruckt 1829) die folgende merkwürdige Stelle bei Gelegenheit einer Unterhaltung der Romanhelden über die Entstehung der Erde: „Zuletzt wollten zwei oder drei stille Gäste sogar einen Zeitraum grimmiger Kälte zu Hilfe rufen und aus den höchsten Gebirgszügen, auf weit ins Land hingesenkten Gletschern, gleichsam Rutschwege für schwere Urgesteinmassen bereitet und diese auf glatter Bahn fern und ferner hinausgeschoben im Geiste sehen. Sie sollten sich bei eintretender Epoche des Auftauens niedersenken und für ewig in fremdem Boden liegen bleiben. Auch sollte sodann durch schwimmendes Treibeis der Transport ungeheurer Felsblöcke von Norden her möglich werden. Diese guten Leute konnten jedoch mit ihrer etwas kühlen Betrachtung nicht durchdringen. Man hielt es ungleich naturgemäßer, die Erschaffung einer Welt mit kolossalem Krachen und Heben, mit wildem Toben und feurigem Schleudern vorgehen zu lassen.“ Man hat sich den Kopf zerbrochen, welche jener vordeutenden Schriften Goethe im Auge hatte, als er das schrieb. Mir scheint nicht im geringsten unwahrscheinlich, daß er, wie in so vielen wissenschaftlichen Streitfragen der Zeit, sich auch hier — ein scharfer Beobachter auf geologischem Gebiet und zumal ein sehr genauer Kenner der Schweiz, wie er war — ein eigenes Urteil im stillen gebildet hatte, das streng wissenschaftlich zu formulieren er bloß keine Zeit mehr fand, vielleicht auch bei dem Übelwollen, das die Fachwissenschaftler ihm allenthalben gehässig entgegentrugen, keine Lust hatte. Wie sehr eine ähnliche Lösung im Geist der Stunde lag, beweist am besten Charpentiers Erzählung (der übrigens auch Goethe als Vorgänger gebührend würdigte), wie bei schlichten Gemsjägern und Holzhauern der Schweizer Blockgegend die frühere Existenz weit riesigerer Gletscher, die das Blockmaterial abwärts geschleppt hätten, gradezu als etwas Selbstverständliches galt — nebenher ein hübscher Beweis für den Gegensatz zwischen naiv unverdorbener Naturanschauung und spät nachhinkender Studierstuben-Weisheit. Ergänzt und vollendet wurden Charpentiers Untersuchungen in der Folge besonders von Agassiz. Die frühere Vergletscherung der Alpen erwies sich, je mehr man forschte, als eine immer gewaltigere. An verschiedenen andern Gebirgen Europas, in

den Pyrenäen, Karpathen, auf dem französischen Centralplateau, geriet man auf ähnliche alte Eisspuren. So erwuchs unter den Händen endlich klar der Begriff einer Eiszeit, einer abnormen Periode hochgesteigerter Kälte in ganz Europa zur Diluvial-Zeit. Die Krönung des Gebäudes erfolgte, als endlich auch in Norddeutschland wirklich evident wurde, daß die Drift-Theorie überflüssig sei und daß das skandinavische Gletschereis zeitweise thatsächlich als kompakte Masse bis an den Fuß des deutschen Mittelgebirges gereicht habe. Ein vortreffliches Beweisstück für letztere Annahme bot insbesondere der aus dem Diluviallehm vorspringende Muschelkalkklotz in Rüdersdorf bei Berlin, der sich unzweideutig als poliert und geschrammt durch die Sohle und Grundmoräne eines ehemals aufliegenden Gletschers erwies.

Das Bild der europäischen Eisentfaltung im Diluvium, wie es die heutige Wissenschaft im allgemeinen jetzt ziemlich sicher entwerfen darf, ist ein so ungeheuerliches, daß die Phantasie sich gleichsam erst etwas rüsten muß, um nachzukommen. Ich habe bisher, um die Anschaulichkeit des Einzelfalls nicht zu sehr zu verwischen, immer nur von erratischem Gestein der norddeutschen Ebene gesprochen. In Wahrheit bildet diese aber nur einen willkürlichen Ausschnitt in einer geschlossenen Linie solchen Moränenmaterials, das in England beginnt, über Holland und ganz Norddeutschland sich fortzieht bis nach Rußland und dort über die Wolga weg bis gegen den Ural hin geht. Die Südgrenze bilden in Deutschland überall die Gebirgserhebungen: Teutoburgerwald, Harz, Erzgebirge, Riesengebirge, Karpathen. Allenthalben auf der ganzen enormen Strecke ist das Material im wesentlichen das gleiche: vor allem Urgesteine (Granit) und alte kambrische und silurische Sedimente, die sämtlich nach Norden, nach Norwegen, Schweden, Dänemark und Finnland deuten. Wenn also von Gletschern die Rede ist, deren Kopfende in Skandinavien stand und dort Trümmer verwitternden skandinavischen Gesteins auf sich nahm, deren Gletscherleib über die ganze Ostsee weg noch auf dem Rüdersdorfer Kalkberg bei Berlin lag und dessen Gestein polierte und ritzte, und deren Endmoräne jene nordischen Blöcke erst vor dem südlichen Gebirgsriegel etwa bei der Durchbruchsstelle der Elbe jenseits Dresden ablagerte, — so muß man annehmen, daß ebensolche Gletscher auch über die Nordsee weg bis England und Holland sich erstreckt haben und andere durch das russische Flachland bis Kiew und Nischnij-Nowgorod an der Wolga. Faßt man aber alle diese Gletscher als eine einzige, zusammengeflossene Eismasse, so kommt eine Eisentfaltung zu Tage, die denn allerdings in Dimensionen geht, vor denen man Angst bekommen möchte, daß die Theorie doch am Ende nicht stimmen könnte. Trotzdem bleibt, so wie die Dinge heute liegen, nichts anderes übrig, als daran zu glauben. In der Schweiz, wo über die Grundthatsachen im Sinne der Gletscher- und Eiszeit-Theorie schlechterdings ein Zweifel nicht mehr mög-

lich ist, sind ja die alten Gletscherdimensionen auch schon in ihrer Art ganz überwältigend enorme. Der Rhone-Gletscher der Eiszeit erstreckte sich den erhaltenen Spuren nach von der Rhonequelle am Gotthard über den Genfer und Neuchâteler See bis an den Jura, wo er seine Moränenblöcke hoch am Gebirge hinaufgeschoben hat. Der Aargletscher füllte nicht nur die Thäler des Berner Oberlandes aus, sondern auch den Thuner und Brienzer See und hatte seine Endmoräne erst bei Bern. Der Reußgletscher bedeckte die Ufer des Vierwaldstätter Sees. Der Linthgletscher breitete sich über das ganze Terrain des heutigen Züricher Sees in der Weise aus, wie es die Farbentafel „Zürich zur Gletscherzeit“ zur Anschauung bringt. Daß von solchen Gletschern Blöcke verfrachtet werden konnten wie der Bd. I. S. 39 abgebildete Pierre des Marmettes, der vom Montblanc ins Rhonethal befördert worden ist und über sieben Millionen Kilogramm wiegt (auf seinem Gipfel ist ein Haus mit Garten erbaut!), nimmt kaum noch wunder. Und welche Durchmesser diese vorweltlichen „Eiszapfen“ gehabt haben müssen, läßt sich ahnen, wenn man noch heute über dem Rhonegletscher die Felswände bis zu siebzig Metern über dem gegenwärtigen Niveau in der charakteristischen Politur des Eises erblickt.

Immerhin würde man selbst vor diesen unanzweifelbaren Gletscherdimensionen noch mit etwas Scheu an eine totale Vergletscherung eines Flächenraumes von Millionen von Kilometern über zwei Meere und ein Drittel eines ganzen Erdteiles weg denken, wenn uns nicht heute noch auch solche Massenvergletscherungen ganzer Länder in wenigstens annähernden Bildern vor Augen ständen. Das typische Beispiel der Nordhalbkugel ist Grönland. Hier ist bis auf einen schmalen Küstensaum die ganze Fläche eines Landes von über zwei Millionen Quadratkilometern kompakt vereist, und die ungeheure Last dieses Binneneises, über das nur in der Küstennähe noch ein paar Bergspitzen des begrabenen Landes vorspringen, preßt allenthalben enorme Gletscher ins Meer hinaus, von denen sich die gefürchteten Eisberge des Atlantischen Oceans ablösen. Wahrscheinlich bietet die Hauptmasse der Südpolarlande im Innern ein ähnliches Bild, das aber bisher noch kein Menschenauge gesehen hat, während Grönland jetzt durch Nansens kühne Durchquerung unterm 65. Grad nördlicher Breite bekannt ist. Denken wir uns unmittelbar die Verhältnisse des heutigen Grönland von Skandinavien bis nach England, an den Fuß des deutschen Mittelgebirges und ins Herz Rußlands reichend, so rücken wir dem alten Bilde wenigstens schon sehr viel näher. Der Flächenraum, den wir hier als kompakt vereist denken sollen, umfaßt nach der umsichtigen Rechnung von Penck allerdings über sechs Millionen Quadratkilometer. Die Dicke des Eises muß auf dem Höhepunkt dieser Flächenausdehnung eine entsprechend kolossale gewesen sein. Die bedeutendste Höhenentfaltung lag zweifellos an den nordischen Ausgangsstellen, vor allem in Skandinavien;

von da senkte es sich über Europa ganz allmählich abwärts, wobei sich immerhin noch eine ziemlich hohe Eismauer an den mitteldeutschen Gebirgen angestaut haben muß. Wie dick das Ganze angesetzt werden soll, ist natürlich nur Vermutung, stets aber kommen gewaltige Maße heraus. Neumayr rechnet als Dicke der Eisschicht über dem centralen Skandinavien, die gewissermaßen die Dachfirst darstellt, von der die Masse nach Norden sich schräg absenkte, mehr als 2000 m, und ebensoviel über Finnland und den russischen Ostseeprovinzen, wo offenbar auch wenigstens zeitweise riesige Gletschercentra lagen. Als geringe Durchschnittszahl für die Gesamtmächtigkeit des nordeuropäischen Eises ergeben sich dann etwa 1000 m, was auf die oben angedeutete Flächenerstreckung rund gegen 70 Millionen Kubikkilometer Eis voraussetzen läßt.

Rechnet man sich zu diesen Ziffern im Geist die in die oben angesetzten Riesenmaße vergrößerten gleichzeitigen Gletscher der Schweiz, vergegenwärtigt man sich, daß selbständige alpine Vergletscherungsgebiete damals in den Pyrenäen, in Mittel-Frankreich, auf dem Schwarzwald, den Vogesen, dem Riesengebirge, in der hohen Tatra (Karpathen) und in England, Schottland und Irland lagen, so wird die Vermutung sich nicht länger zurückweisen lassen, daß man hier vor einer Universalerscheinung stehe, die im Diluvium den ganzen Erdkörper ergriffen und zeitweise seine gesamten Verhältnisse auf den Kopf gestellt habe. Gleich der nächste Umblick zeigt denn auch, daß das mindestens zutrifft für einen zweiten ganzen Erdteil der Nordhalbkugel, nämlich Nord-Amerika. Die Vergletscherung war hier nicht nur im Norden eine ganz ähnlich universale, sondern sie reichte auch noch weitaus tiefer nach Süden hinab als in Europa: das Eis lag bis zum 39. nördlichen Breitegrad, also bis in die Breite von Lissabon etwa. Die Dicke der Eisschicht war mindestens so groß, vielleicht wesentlich größer noch als die oben für Nord-Europa angesetzte. Im ganzen kommt, wenn man die Fläche des nordamerikanischen Eises zu dem europäischen addiert, nach Penck ein Gebiet von 490 000 Quadratmeilen heraus, das komplett unter Eis lag, womit mindestens der Satz bewiesen ist, daß die Eiszeit für die nördliche Halbkugel wirklich eine universale Erscheinung war. Wenn es im nördlichen Asien nicht zu zusammenhängenden Deckmassen von Eis gekommen ist, wie in Europa und Nord-Amerika, so scheint das mehr an lokalen Hindernissen, die dem Entstehen großer Gletschercentren im Norden entgegenstanden, gelegen zu haben. Einzelne Gletscherspuren sind jedenfalls auch in Sibirien nachgewiesen, und die großen Mittelgebirge, Altai, Thianschan, Himalaya, hatten gleich unsern Alpen ihre besondere Gletscherhochblüte. Eine Zeit lang glaubte man im ersten Eifer des Suchens, alte Gletscherschliffe bis in die warme und heiße Zone hinein verfolgen zu können, in der Sahara und im tropischen Brasilien. Diese Beobachtungen haben sich indessen als irrige herausgestellt, und mit

ihnen fällt das Bild, wie es etwa Agassiz noch im Banne der alten Cuvier'schen Katastrophenlehre ausgemalt, — das Bild einer Eiszeit als totaler, lebenvernichtender Vereisung des gesamten Erdballs vom Pol zum Äquator. Dieses übertriebene Bild widerspricht ohnehin aufs gröbste der heutigen Tier- und Pflanzenwelt der warmen Länder hinsichtlich ihres Verhaltens zur Flora und Fauna des späteren Tertiär, an die sie vielfach lückenlos sich angliedern ohne irgend etwas von einer Kältekatastrophe zu verraten. Daß die Eiszeit darum nicht völlig spurlos an den Äquatorländern vorübergegangen sei, sondern da, wo es irgend die Verhältnisse zuließen, wenigstens ihre Tatzen auch hier herangereckt habe, beweisen die allerdings ganz beschränkten Gletscherspuren auf der Kordillere von Mérida in Venezuela und ähnliche südamerikanische Fälle, die nicht nachträglich dementiert werden konnten. Vollends im Sinne eines universal irdischen Phänomens wenigstens von bedingter Giltigkeit tritt die Eiszeit uns in den Gletscherzeichen der höheren Breiten der Südhalbkugel entgegen. Da erweisen sich als mächtige Gletschercentren des Diluviums, die heute ganz oder wenigstens sehr stark zurückgegangen sind, das südlichste Süd-Amerika, die Alpen des südlichen Australien und der Südinsel Neu-Seelands, gewisse Punkte am Kap der guten Hoffnung und die Inseln, die das noch heute völlig vereiste Südpolarland umkränzen. War — woran zu zweifeln ein Grund nicht vorliegt — diese Eisentfaltung im Süden gleichzeitig mit der im Norden, so ist es evident, daß auf alle Fälle die Erklärung wenigstens des Phänomens eine Generalerklärung sein muß, die bei unveränderter Lage der Pole die ganze Erde in Mitleidenschaft nimmt.

Ehe wir uns einem solchen Erklärungsversuch zuwenden, sei noch eine höchst merkwürdige Thatsache aus dem ungeheuren Stoffgewirre, das die Eiszeit liefert, hervorgehoben. In der Schweiz, diesem klassischen Lande unserer Wissenschaft von der Eiszeit, ist man auch zuerst darauf aufmerksam geworden, daß sich innerhalb dieser Eiszeit mehrere Perioden oder gar mehrere Einzeleiszeiten unterscheiden ließen. In der Nordost-Schweiz, in den Kantonen Zürich und St. Gallen (Wetzikon, Mörschwyl) fand sich diluviale Schieferkohle, also wohl der Rest alter Torfmoore, mit zahlreichen Tierknochen und Pflanzenabdrücken, die auf ein relativ mildes Klima und ein unbedingt gletscherfreies, zum Teil üppig mit Pflanzenwuchs bestandenes Terrain hinwiesen. Es konnte nicht wohl die Rede davon sein, daß man hier Flora und Fauna der eigentlichen Eiszeit vor sich habe. Was spärlich in dieser sich hier und da am Rande der riesigen Gletscher an lebendigen Formen zeigte, das konnte höchstens der armseligen Lebewelt der heutigen nordsibirischen Moossteppe (Tundra) und des grönländischen Eises entsprechen, und Reste solcher Flora und Fauna sind auch, wie wir unten noch näher sehen werden, thatsächlich in dem ganzen alten Verbreitungsbezirk der Eiszeitgletscher gefunden worden. Trotzdem liegt auch jene

Schweizer Schieferkohle auf Moränenschutt und anderen alten Gletscherresten, und über ihr setzen ähnliche Eisgebilde nochmals ein, die unanzweifelbar der Eiszeit ebenfalls angehören. So hat man offen hier vor Augen eine interglaciale Epoche milderen Klimas ohne Vereisung, die sich zwischen eine ältere und eine jüngere Phase der Eiszeit einschiebt. Einmal aufmerksam geworden, ist man ähnlichen Fällen allenthalben auf die Spur gekommen. Insbesondere in Nord-Amerika haben sich die Schwankungen von echter Eiszeit zu milderer Zwischenpause und abermals intensiver eiszeitlicher Vergletscherung scharf aus dem Hochgang und Niedergang des Wasserstandes der großen Binnenseen ablesen lassen. In der norddeutschen Tiefebene lassen sich die beiden Zeiten des Vereisens, wie es scheint, an der Richtung der gefrorenen Massen und entsprechend der Art des erratischen Gesteins, das sie brachten, unterscheiden, und auch hier weist die Flora und Fauna der trockenen, warmen Steppe, die sich zwischen die der vereisten Tundra mischt, auf zweierlei nur in den Resten nachmals oft durcheinander geratene Lebewelt: die der spärlichen bewohnbaren Stellen am Gletscherfuß und die der zeitweilig völlig eisfreien Ebene der Zwischenzeit. Erweisen sich gewisse Untersuchungen der neuesten Zeit als stichhaltig, so ist sogar eine dreimalige Vereisungsepoche wahrscheinlich mit zwei milderen Zwischenpausen, was das Phänomen immer merkwürdiger macht. Statt durch die Zersplitterung zu leiden, erscheint die Leistung eine immer großartige. Mehrmals sehen wir die enormen Gletscher von den Alpen herabfließen, sehen wir die Riesenlast des nordeuropäischen Landeises sich in seiner entsetzlichen Breite verderbenbringend heranschieben und wieder abschmelzen. Eine Ahnung steigt uns auf von der Zeit, die zu diesen wechselreichen Prozessen zweifellos nötig war. Nicht ein Winter, nicht ein Sommer können hier die Grenze, den Wandel bezeichnen: eine zahllose Folge, sicher in eine Reihe der Jahrtausende hinein, werden nötig. Nach der Ansicht des gegenwärtig kompetentesten Eiszeit-Forschers, Albrecht Penck in Wien, beansprucht (bei Annahme einer dreimaligen Vereisung) die Dauer jeder der beiden eisfreien Zwischenzeiten einen längeren Zeitraum als die ganze Zeit, die seit Abschluß der letzten Vereisung bis auf den heutigen Tag verflossen ist. Bedeutet etwa gar unsere ganze „Weltgeschichte“ auf Erden, über die wir geschichtliche Traditionen haben, mit Einschluß der Gegenwart und absehbaren Zukunft nur ein neues langes Interregnum milderen Erdklimas zwischen der letzten Eisperiode und einer noch kommenden — so daß wir also im eigentlichen Sinne noch in der Eiszeit ständen? Ist die heutige Vergletscherung Grönlands, der Südpolarlande, ja der Pole überhaupt, immer noch etwas „abnormes“, ein dräuendes Zeichen, daß die Eiszeit noch keineswegs zu Ende ist? Bei unserer Unkenntnis, was sein „muß“, d. h. welcher Zustand bei den Polen beispielsweise der absolut „normale“

ist, läßt sich hier über das Aperçu der Frage vorläufig nicht hinauskommen. Aber interessant ist gewiß, daß, wie wir in den früheren Kapiteln gesehen haben, bis ins Miocän mindestens hinein vom alten Silur an von einer Vereisung der Polarlande nicht die Rede war. Üppiger Pflanzenwuchs reichte in die heutige Eisöde in verschwenderischer Fülle hinauf. Allerdings will es uns theoretisch wieder so gut passen, daß nach den Polen zu die Sonnenstrahlung ihre Kraft gegenüber der Weltraumkälte verlieren und das organische Leben rettungslos erfrieren soll. Aber dieser an sich klare Prozeß scheint gleichwohl ungezählte Jahrmillionen der Erdgeschichte hindurch durch irgendwelche unbekannten Ursachen gehemmt, ja aufgehoben gewesen zu sein. Und erst um die Wende des Tertiär scheint dieser geheimnisvolle Wärmefaktor wie weggeblasen, und die Pole starren seitdem von Eis.

Wir sind unwillkürlich mit diesen Fragen, die gewiß hochinteressant, wenn auch vorerst außer Möglichkeit einer Antwort sind, bereits in das Gebiet des großen Problems geraten: welche Ursachen hatte die Eiszeit? Um uns auf diesem Gebiet, über das eine ganze Bibliothek bereits geschrieben worden ist, nicht zu verirren, wollen wir uns von vorne herein über eine Sache klar verständigen. Das Wort „Eiszeit" deutet auf ein Sinken der Temperatur. Wie tief sollen wir uns den Durchschnitt dieses Sinkens in Thermometergraden ungefähr denken? Grade hier hat man in neuer Zeit Anhaltspunkte gefunden, die äußerst wichtig sind, um den Erklärungshypothesen das Problem nicht zu schwer zu machen und die extravaganten Phantasiesprünge darin von Beginn an auf ihr rechtes Maß zurückzuführen. Wenn man von Vergletscherungen hört, die sechs Millionen Quadratkilometer Landes allein in Nord-Europa unter eine im Durchschnitt 1000 m hohe Eisdecke bringen konnten, so glaubt der Laie wohl, kein Thermometer reiche, um die entsprechenden Kältegrade der Jahrestemperatur anzugeben. In Wahrheit liegen die Dinge viel einfacher.

Um ein Maß zu finden, wie die Temperatur der Eiszeit sich zu der heutigen verhielt, ist es nötig, sich zu vergewissern, wo damals die Schneegrenze lag, d. h. die Linie, von der ab aufwärts es die Sonne nicht mehr fertig bekommt, den gefallenen Schnee wegzuschmelzen, von der ab also die Berge eine auch im Sommer fortdauernde Schneekappe tragen. Es ist aus den Gesamtverhältnissen der Erde klar, daß diese Schneegrenze am Äquator am höchsten liegt, gegen den Pol zu aber stetig abwärts steigt. Ein Gebirge, das am Äquator noch völlig schneefrei sein kann, wird bei gleicher Höhe in der Nähe des Pols bis tief herab mit ewigem Schnee und (als Folgeerscheinung der abwärts drängenden, vereisten Schneemassen) mit Gletschern bedeckt sein, — wobei allerdings lokale Dinge, die auf das Klima wirken, allerlei Detailschwankungen noch hervorzurufen pflegen. Sinkt die Temperatur der ganzen Erde mit einem Ruck um einige Grade, so geht allenthalben naturgemäß die Schneegrenze herab: vorher schneefreie Gebirge bekommen

plötzlich Firnfelder und Gletscher und bei andern wachsen Schnee und Eis auf einmal erschreckend bis in die untersten Thäler herab. Umgekehrt läßt sich aus dem sichtbaren Herabsinken der Schneegrenze an allen in Frage kommenden Gebirgen der Erde ein Schluß ziehen, um wieviel Grad die Temperatur gesunken sei. Dieses Exempel ist für die Eiszeit heute ungefähr gelöst. Genaue Rechnungen, durch Götsch, Simony, Partsch und Penck angestellt, haben ergeben, daß die Gesamtheit der Gletschererscheinungen der Eiszeit uns nötigt, ein Sinken der Schneegrenze um rund tausend Meter für sie anzunehmen. Für uns in Norddeutschland, wo die Schneegrenze heute etwa bei 2000 m (rund gerechnet) liegt, bedeutete das also ein Herabgehen grade auf die Hälfte: deutsche Gebirge, die heute keine Spur von ewigem Schnee zeigen, da sie nicht viel mehr als das halbe dazu nötige Maß besitzen, und die man über den Polarkreis hinaus schieben müßte, um sie vollwertig zu machen, trugen damals dauernde Schneekappen. Berechnet man aus diesem Sinken der Schneegrenze um rund 1000 m den Herabgang der gesamten Erdtemperatur, so kommt die relativ geringfügige Ziffer von nur fünf Grad Celsius heraus, um die die Gesamttemperatur in der Eiszeit gegenüber der heutigen Erde heruntergegangen sein muß. Man hat versucht, durch Heranziehen von allerlei Faktoren, die noch auf die Schneegrenze wirken können (z. B. vermehrte Niederschläge, die mehr Schnee erzeugen), diese Rechnung abzuschwächen, aber es scheint nicht, daß sie ernsthaft angegriffen werden kann, — höchstens, daß man die Ziffer mit Rücksicht auf ein verändertes Meeresniveau noch etwas tiefer, etwa bei 4,5°, ansetzen könnte. Was ein Herabgang von 5° im mittleren Jahresklima bedeutete, kann man für unsere nördlichen Länder etwa daran messen, daß Berlin, das heute eine mittlere Jahrestemperatur von nicht ganz 9° Celsius besitzt, auf das Maß von Moskau (nicht ganz 4°) herabgedrückt würde, während Moskau selbst unter dem Nullpunkt bliebe; München, das trotz seiner südlicheren Lage durch lokale Gründe im Durchschnitt nicht die Ziffer von Berlin erreicht, käme etwa auf die 2,5°, die für den Brockengipfel als Mittel gelten, Wien tauschte ungefähr mit Christiania, Mailand mit Warschau, Rom mit Paris. So wie die Dinge heute liegen, scheint es, daß die Ursache der Eiszeit thatsächlich gefunden ist, sobald ein Faktor nachgewiesen werden kann, der jene 5° Temperatursenkung erklärt. Der ganze Rest der Erscheinungen, alle jene enormen Gletscher und Eisdecken, sind dann nur Folgeerscheinungen, die notwendig als Ausfluß des Herabsteigens der Schneegrenze sich einstellen mußten.

Leider ist jene Erklärung zur Stunde uns noch nicht gegeben. Man ist bei den Erklärungsversuchen für das ganze Eiszeit-Problem bisher durchweg von zwei Seiten ausgegangen. Die einen suchten, geleitet von dem an sich richtigen Gedanken, daß die Eiszeit ein universales, die ganze Erde betreffendes Phänomen sei, astronomische Ursachen, d. h. Ursachen,

die den Erdball als Weltkörper betrafen. Die andern glaubten, indem sie allerdings meist von Beginn an einseitig die Vergletscherung bloß auf der Nordhalbkugel ins Auge faßten, lokale d. h. in der zufälligen Gestaltung der Erdoberfläche begründete Ursachen entdecken zu können. So geistvoll und energisch eine Anzahl dieser Hypothesen begründet worden ist, so kann doch zur Stunde nur betont werden, daß nicht eine einzige auch nur so weit gebracht worden ist, daß es sich verlohnte, ihre Gründe und Gegengründe im Detail zu prüfen. Nehmen wir die Erde als Ganzes, als ehemals wahrscheinlich glühend flüssigen, jetzt aber mehr oder minder erkalteten Planeten, der um die Sonne kreist, so ist aus direkten Gründen der Erkaltungsgeschichte dieses Planeten die Existenz der Eiszeit gradezu etwas Widersinniges. Wir haben schon in dem Kapitel über die Steinkohlenzeit gesehen, daß es unmöglich ist, in der Erdgeschichte ein glattes Absteigen von einem anfänglich über die ganze Erde verbreiteten warmen Klima zu den heutigen starken Zonendifferenzen zu verfolgen. Eine ganze Menge Gründe sprechen vielmehr dafür, daß schon in der frühen Karbon- und Perm-Zeit ein wenigstens unserer Eiszeit ähnliches Phänomen große Teile der Erde, wenn nicht gar die ganze Erde, betroffen habe, während viel später wieder, etwa im Eocän, ein relativ warmes Klima unzweideutig bis gegen den Nordpol hinaufreichte und in Europa gradezu Tropenverhältnisse herrschten. Also von hier ist jeder Weg verrammelt. Bei Gelegenheit der Hypothesen über jene Eiszeit der Primärperiode haben wir auch eine Lösung gestreift, die mit Veränderung der Lage der Pole arbeitet. Das war dort nicht zu gebrauchen und noch weniger kommt es hier in Betracht, da die Eiszeitphänomene sich in ausgesprochenster Form um die heutigen Pole in einer der heutigen Zonengliederung sogar gradezu auffällig ähnlichen Weise herum gruppieren. Relativ noch die beste bisher aufgestellte astronomische Hypothese stützt sich auf die periodischen Schwankungen, denen die Bahn der Erde um die Sonne unterliegt. Sie ist zuerst von James Croll 1875 entwickelt und in der Folge von mehreren anderen Bearbeitern Schritt für Schritt von einzelnen anfänglichen Fehlern gereinigt worden. Der Kern der Sache steckt in Rechnungen etwa folgender Art. In der Stellung der Erdachse liegt begründet, daß periodenweise die eine Halbkugel der Erde (entweder die südliche oder die nördliche) kältere und längere Winter und kurze, heiße Sommer, die andere aber mildere und verkürzte Winter und lange, milde Sommer hat. Infolge der periodischen Änderungen der Achsenrichtung (Präzession, vergl. Bd. I) teilen sich in dieses Los abwechselnd die Nord- und die Südhalbkugel für einen Zeitraum von etwa 10500 Jahren. Alle Paarhunderttausende von Jahren aber erhebt die Veränderlichkeit der Erdbahn diese regelmäßige geringe Schwankung zu einer ganz ungewöhnlich bedeutsamen. Die Bahn der Erde um die Sonne ist bekanntlich kein starrer Kreis, sondern eine Ellipse, die sich im Banne des großen Himmelsuhrwerks des Planetensystems bald mehr

rundet, bald excentrischer streckt. Ist gelegentlich die Excentricität auf ihre Höhe gediehen, so bedingt sie gradezu gewaltige Unterschiede in der Länge von Sommer und Winter, — Unterschiede, die in Zwischenräumen von 10500 Jahren beide Erdhalbkugeln zu schmecken bekommen und die im Laufe dieser relativ kurzen Spanne auf jeder der Halbkugeln einmal eine solche klimatische Verwirrung anrichten müssen, daß im ganzen die Erscheinung einer irdischen „Eiszeit“ sichtbar wird. Wie man sieht, darf nach dieser Theorie die Eiszeit der Nordkugel nie genau mit der der Südkugel zusammenfallen, doch ist der angesetzte Zwischenraum von 10500 Jahren innerhalb der großen Excentricitäts-Phase so klein, daß dem Geologen leicht beide Phänomene zusammenfließen dürften. So weit die verbesserte Croll'sche Theorie. Ob nicht, nachdem schon so viel an ihr herumkorrigiert worden ist, auch jetzt noch immer ihre genauen Rechnungen fundamentale Umwandlung erleben könnten, wird auch der wohlwollendste Astronom nicht bezweifeln. Daß andererseits die geologischen Thatsachen sich jenseits der Eiszeit vorläufig so gut wie gar nicht mit ihr vereinigen lassen, steht auch fest. Die Croll'sche Theorie hat ja auch rückwirkende Kraft in die ältere Erdgeschichte hinein. Nehmen wir im Sinne einer gegebenen Rechnung an, die große Eiszeit bezeichne ein Excentricitäts-Maximum, das etwa um 240000 v. Chr. begonnen hat und bis 80000 v. Chr. gedauert haben soll. Dann fällt das voraufgehende Maximum auf 800000 v. Chr. Damals müßte abermals eine Eiszeit gewesen sein. Unmöglich kann das schon die problematische des Karbon sein. Sie müßte noch in der Tertiär-Zeit liegen. Aber wo sind in dieser die geringsten Anhaltspunkte? Man merkt: grade die allzu scharfen Versuche, schon mit Zahlen aufzuwarten, führen die Rechnung ins Dunkle und Unwahrscheinliche. Nimmt man dazu das Schwankende der astronomischen Grundlagen, so kann man höchstens sagen, daß hier ein erster Anlauf zu einer Lösung vorliegt, aber noch keine Lösung selbst auch nur im Sinne einer regelrechten, provisorisch als Stütze brauchbaren Theorie. Der Rest der astronomischen Vermutungen ist ganz haltlos. So soll die Sonne und mit ihr die Erde in der Eiszeit durch eine kältere Partie des Weltraums durchgegangen sein. Diese Voraussetzung erklärt nichts, sondern schiebt nur ein neues Unerklärtes willkürlich hinter das Problem. Dasselbe gilt von der Annahme zeitweiliger die Strahlung abschwächender Prozesse auf der Sonne.

Viel wichtiger sind einer Reihe kompetenter Beurteiler dagegen stets gewisse Hypothesen erschienen, die rein aus lokalen Bedingungen auf der Erde die Vergletscherung als Notwendigkeit darthun wollten. Wie viel die Verteilung von Wasser und Land, die Öffnung neuer Meeresstraßen, die Möglichkeit des Eindringens warmer Meeresströmungen und ähnliche Faktoren über das Klima weiter Gebiete vermögen, ist mehrfach auf den voraufgehenden Blättern erwähnt worden. Aber selbst wenn man die



Das Mammut, in seiner mutmaßlichen Gestalt rekonstruiert.
(Nach Originalzeichnung von Anna Held.)

Druck und Verlag: J. Neumann, Neudamm

Nordhalbkugel mit ihrer Eiszeit allein anschaut und einstweilen einmal ganz davon absieht, daß gleichzeitig oder wenigstens zeitlich ziemlich nahe auch auf der Südhalbkugel die Eisphänomene sich ins Riesige gesteigert haben, läßt sich vorläufig kein Faktor nennen, der zeitweilig so mächtig gewesen sein könnte, um diesen Grad der Vereisung herbeizuführen. Was man der Reihe nach vorgebracht hat, ist die Reihe durch gleich schlecht. Da sollte die Wüste Sahara unter Wasser gestanden haben, was den trockenen, warmen Südsturm am Nordabhang der Alpen, den Föhn, in seiner Schmelzarbeit an den Gletschern hemmte. Aber die Sahara war, wie man heute weiß, in jüngster geologischer Zeit nicht mehr überflutet, und der Föhn ist, woran ebenfalls kein Zweifel mehr ist, überhaupt gar kein Wind, der von der Sahara kommt. Da sollte der Golfstrom, der heute in der That das Klima der westlichen Teile von Europa gradezu abnorm warm macht, durch eine offene Straße zwischen Süd- und Nord-Amerika in den Stillen Ocean abgeflossen sein, anstatt seine Tropenwasser nach Nordwesten hinaufzuschicken. Aber wir haben bei Gelegenheit der Wanderungen der Säugetiere gesehen, daß dieser uralte, natürliche „Panamakanal“ zwar im älteren Tertiär bestand, als Europa selbst noch Tropenklima besaß, daß er aber gegen Ende des Tertiär zum Verschluß kam, so daß die Fauna der beiden Erdteile sich vermischen konnte, — ein Verschluß, der allem Anschein nach seitdem nicht wieder durchbrochen worden ist. Ohnehin giebt es unzweideutige Anhaltspunkte auch direkt dafür, daß der Golfstrom im ganzen Diluvium denselben Weg genommen hat wie heute. Auch die Lyell'sche Annahme eines Untertauchens der norddeutschen Ebene, was eine größere Luftfeuchtigkeit und damit allenthalben ein Wachsen der Gletscher veranlaßt hätte, ist aus den geologischen Details absolut nicht zu beweisen. So bedarf es mindestens neuer Gedanken, wenn von diesen lokalen Erklärungen für die Folge etwas erwartet werden soll. Mögen diese aber noch so genial sein: als letzte Schwierigkeit muß ihnen immer anhaften, daß auch für die Südkugel dann ganz oder nahezu gleichzeitig Lokalursachen vorausgesetzt werden müssen, die merkwürdigerweise dasselbe Resultat, nämlich auch eine Eiszeit, erzeugt und irgendwie sogar bis auf die Gebirge Venezuelas in den Tropen ihre Wirkung erstreckt haben. Und so bleibt es vorläufig wohl auch hier am besten, wir verlangen von jeder künftigen Eiszeit-Theorie, daß sie einfach als Grundfrage löse: wie ging es zu, daß auf der ganzen Erde zeitweise die Temperatur um 5° herunterging, — um ein volles Drittel, wenn wir die heutige Gesamttemperatur der Erdoberfläche auf 15° C. ansetzen und für den Ausgang der Pliocän-Zeit dieselben Verhältnisse wie heute annehmen. Läßt sich das aus Bildungen der Erdrinde selbst erklären, so brauchen wir die astronomischen Hypothesen nicht. Ein Anlauf dazu liegt aber hier noch nicht einmal bis zu der Bedeutung vor, die drüben auf der astronomischen Seite die verbesserte Croll'sche Rechnung besitzt.

Nachdem wir so auch vor der diluvialen Eiszeit die Waffen vorläufig gestreckt haben, kann nun wohl mit Fug behauptet werden, was früher bei den Eisspuren im Karbon, bei den mehrfachen Zeugnissen für einen üppigen Pflanzenwuchs bis zum Pol herauf und bei dem Palmenklima Europas im Eocän schon so deutlich wurde: daß wir zur Zeit vor den Temperaturverhältnissen der Erdgeschichte als einem vollkommenen Rätsel stehen.

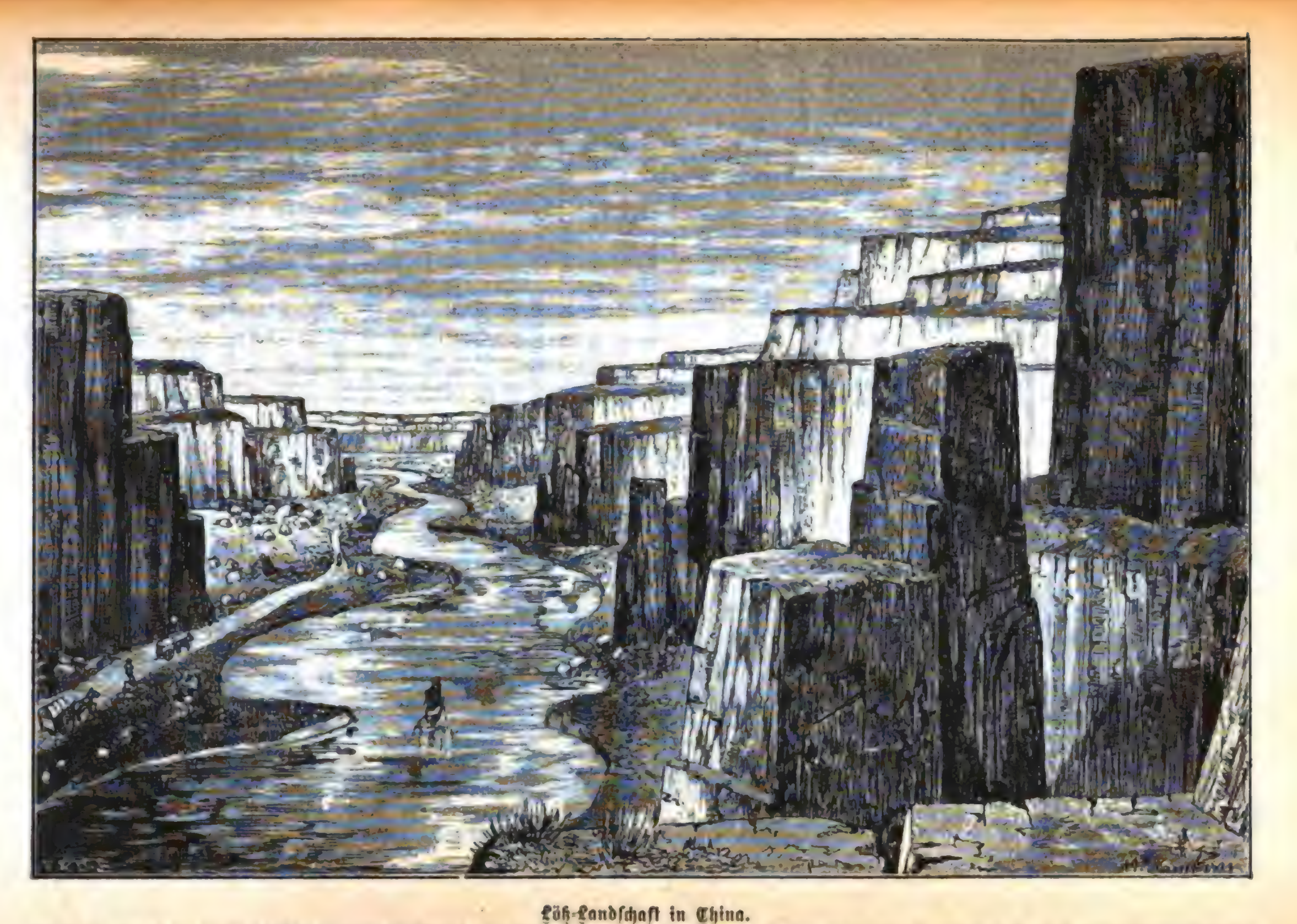
Wenn wir so noch ganz unwissend sind über die Ursachen der großen Eisperiode, so sind wir um so besser unterrichtet über ihre Wirkungen. Vor allem bei uns in Europa treten sie uns mit voller Deutlichkeit entgegen in der jüngsten Gestaltung der Landschaft, wie in den Resten der Pflanzen- und Tierwelt, die durch sie bedingt waren. Hier wird allerdings von größter Bedeutung, was oben schon kurz gestreift ist: der mehrfache Wechsel der Dinge innerhalb des langen Zeitabschnitts, den wir mit dem Wort „Eiszeit" mehr andeuten als ganz ausfüllen. Wir haben gesehen, daß man Grund hat, von mehreren Eiszeiten zu reden, — nach der Ansicht von Penck sogar von dreien. Wenn die Epochen der wirklichen Vereisung, des riesenhaften Anwachsens der Alpengletscher und des Andrängens nordischer Eismassen über einen ungeheuren Bezirk des nördlichen Europa ein ganz merkwürdiges Landschaftsbild schufen, das Terrain charakteristisch bearbeiteten und, soweit sie überhaupt noch Leben in ihrer Nähe duldeten, in diesem typische Kälteformen erweckten, — so mußten die Interglacialzeiten, während deren der große Schrecken zurückging und die noch im Gesamtbilde mit einbegriffene erste Epoche der Postglacialzeit eine wesentlich andere Landschaft dazwischenstellen und eine entsprechend veränderte Tier- und Pflanzenwelt. Solange man dieses Wechselspiel nicht auseinanderhalten konnte, mußte naturgemäß ein unglückliches Mischbild entstehen, das noch verstärkt wurde durch andere verwirrende Faktoren, wie die Ungleichheit des Ausdehnungsgebietes der Eismassen in den verschiedenen Kälteperioden, die an gewissen Orten Fortdauern der Interglaciallandschaft während einer sonst allmächtigen neuen Vergletscherung bedingte — und das Verwechseln vom Eise unabhängiger, gleichzeitiger Bildungen in den überhaupt von den Gletschern in keiner der Eisperioden erreichten übrigen Teilen Europas mit Gletscherbildungen. Leider muß gesagt sein, daß zur Stunde hier noch keineswegs ganz reine Bahn ist und daß über die Detailgeschichte des europäischen Diluviums zwar eine ganze Anzahl „geologischer Romane" vorliegen, daß aber die wahre Geschichtschreibung noch in den Kinderschuhen steckt. Dennoch sind durch die Bemühungen neuerer, unbefangenerer Forscher kürzlich einige der wichtigsten, früher fast stets verwirrten Fäden des Gewebes gelöst worden, so daß im Moment wenigstens ein Forschritt entschieden sichtbar wird.

Zunächst streng auseinanderzuhalten sind im europäischen Diluvium ein paar Hauptstufen. Erstens die präglacialen Bildungen: alles, was sich abgelagert hat, ehe die große Temperaturerniedrigung kam und die Vereisung begann. Hierher gehören vor allem äußerst fossilreiche Ablagerungen an der Küste von Norfolk in England, das sogenannte Forestbed oder die „Waldschicht", so benannt nach den vielen Baumstämmen, die darin liegen und uns im Verein mit den zahlreichen Tierresten ein äußerst anschauliches Bild der europäischen Waldungen auf der Wende von der Tertiär- zur Quartär-Zeit, vom Pliocän zum Diluvium geben. Analoge deutsche Bildungen dieser Präglacial-Zeit (Vorgletscher-Zeit) sind unter anderem in der Lüneburger Heide (bei Soltau) gefunden worden. Ziemlich sicher ist, daß damals das Becken der Ostsee, wie wir es heute kennen, noch gar nicht existierte. Wahrscheinlich wird eine ganz oder fast ungehemmte Landentfaltung von Pommern nach Schweden hinübergeleitet haben. Westlich muß ihre Flanke von Wassern der Nordsee, die über untergetauchte Teile von Schleswig-Holstein und Jütland weg hier herandrangen, bespült worden sein, im Osten, wo bei Elbing in Westpreußen präglaciale Meeresablagerungen sich finden, schloß sich eine besondere Meeresbucht an, die entweder über den Ladogasee mit dem Weißen Meer und Eismeer zusammenhing oder durch irgend einen schmalen Kanal durch die Landmasse selbst doch auch mit der Nordsee verknüpft gewesen sein mag, ein Kanal, der denn also als erste, ganz primitive „Anlage" der späteren Ostsee zu deuten wäre. Wie die Ostsee später in der Vergletscherungszeit selbst entstanden sein soll, ob hier nachmals eine Senkung des Terrains stattgefunden hat oder (was sehr wohl denkbar ist) ob die ungeheuren, von Skandinavien herandrängenden Eismassen gradezu das noch heute so überaus seichte Becken erst ausgeschaufelt haben, — darüber ist zur Zeit ein sicheres Urteil nicht möglich.

Nächst diesen präglacialen Schichten sind jetzt als Zweites zu unterscheiden die eigentlichen Gletschergebilde. In Nord-Europa lassen sich grob und deutlich trennen die Ablagerungen wenigstens von zwei Gletscherperioden, deren erste durch den sogenannten unteren oder blauen Geschiebelehm bezeichnet wird, während die zweite, nach Süden nicht ganz so weit ausgedehnte im oberen oder gelben Geschiebelehm sichtbar wird. In diesen Perioden fand das Verfrachten der zahllosen Trümmer nordischer Gesteine statt. Das Eis schob sich in den oben geschilderten Dimensionen nicht nur über die Gegend der heutigen Ostsee weg bis tief nach Deutschland hinein, sondern es drängte auch über die Nordsee von Skandinavien bis England, wo die Ostküste voll liegt von charakteristischen Graniten, Syeniten, Gneisen und Porphyren Norwegens und das Eis sich erst staute vor den selbständigen Gletschermassen, die von dem vereisten schottischen und englischen Hochland niederstiegen. In der Nordsee und

— falls man sie schon als schwachen Meeresarm beim Anrücken des Eises angelegt denkt — der Ostsee wird man sich dabei nicht vorstellen dürfen, daß das seichte Wasser die vielleicht an tausend Meter dicke Eisschicht als Decke „getragen“ haben könnte, sondern man wird sich denken müssen, daß das Wasser zeitweilig ganz verdrängt und das leere Becken total mit kompaktem Eis erfüllt worden sei, — Bilder, die an Ungeheuerlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen, aber durch die Thatsachen aufs energischste uns aufgezwängt werden.

Zwischen den verschiedenen Glacial-Gebilden endlich liegen die sogenannten interglacialen Schichten, Ablagerungen aus der Zeit, da die Gletscher sich vorübergehend zurückgezogen hatten und ein milderes Klima auf dem befreiten Boden wieder lebhafte Entfaltung organischen Lebens möglich machte. In der Schweiz haben wir diesen höchst wichtigen Teil des Diluviums oben schon in der Schieferkohle kennen gelernt. In Norddeutschland ist der wichtigste Fundort für Pflanzen der Zeit der Torf von Lauenburg an der Elbe, für Tierreste der Sand von Rixdorf-Berlin. In die Interglacial-Ablagerungen hinein greift noch eine ganz eigentümliche Formation, die auch eine außerordentliche Rolle in den überhaupt niemals vergletscherten Gebieten des übrigen Europa, z. B. im Rheinthal, gespielt hat: der sogenannte Löß. Unter Löß versteht man Lagen eines lockeren, kalkhaltigen, gelbbraunen Lehms (das Wort bezeichnet die leichte Ablösbarkeit der Massen, ihre Neigung, in senkrechten Stürzen abzusinken), die in der Diluvialzeit unter Umständen sich gebildet haben, über die lange Zeit große Unklarheit herrschte. Nachdem die Versuche, in ihm Wassersedimente, Gletscherschlamm und anderes zu sehen, gescheitert sind, hat man endlich, geleitet durch Richthofens grundlegende Studien in China, sich dahin geeinigt, im Löß eine recht eigentliche Landablagerung zu suchen: das Produkt gewaltiger Stürme, die trockene Staubmassen in ungeheurer Mächtigkeit angehäuft haben. Dem entsprechen sehr gut die eingeschlossenen Schalen gewisser Landschnecken, während die feinen, senkrechten Röhrchen, die den Löß auszeichnen, als Hohlräume der Wurzeln von Steppengräsern gedeutet werden. Das eigentlich gelobte Land der Lößbildungen ist China, wo diese angewehten Staubmassen besonders im Gebiete des Hoangho (des nach dem Löß so benannten gelben Flusses) bis zu 500 Meter mächtige Lager bilden, in die abgrundtiefe Schluchten mit seltsamster Terrassenbildung an den Wänden einschneiden. Immerhin eine starke Bedeutung hat er aber auch in der Diluvialzeit bei uns gewonnen. Und auf Grund seiner Entstehungsgeschichte liefert er uns einen überraschenden Einblick in die Verhältnisse Europas in interglacialen und nachglacialen Epochen: er offenbart uns eine Steppenlandschaft mit riesenhaften Sandstürmen und endlosen Strecken einförmigen Graswuchses ohne Wald. Es hat Mühe genug gekostet, dieses Bild in das Diluvium mit seinen Eiszeiten irgendwie



Löß-Landschaft in China.

Löß ist ein loser Lehm, der wahrscheinlich als trockener Staub durch Steppenstürme vor Zeiten aufgehäuft worden ist. Ihm eigentümlich ist die seltsame Terrassenbildung.





Landschaft aus der nordischen Tundra oder Moossteppe.

einzupassen, schließlich hat man aber herausgefunden, daß es grade erst recht den Schlüssel giebt für die Verhältnisse der diluvialen Tier- und Pflanzenwelt, wie sie in Resten uns vorliegt.

In dieser **Tier- und Pflanzenwelt** sind verschiedene Phasen, die offenbar mit dem mehrfachen totalen Wechsel der Landschaft zusammenhängen, in der seltsamsten Weise vermischt. Zunächst ist natürlich loszusondern jene älteste Flora und Fauna, die als präglaciale noch direkt an die pliocäne sich anlehnt. In zweiter Linie tritt uns dann entgegen eine davon fundamental verschiedene, die sich nur mit der der heutigen Polarländer und vor allem der sogenannten **Tundra oder Moossteppe** vergleichen läßt. Die Tundra, wie sie in breitem Streifen heute den Eispol umgiebt (im engeren Sinne wird das Wort hauptsächlich von den nordsibirischen Gebieten gebraucht), bezeichnet eine der traurigsten, ödesten Landschaften der Erde. Der schon in geringer Tiefe dauernd festgefrorene Boden vermag keine größere Wurzel mehr zu ernähren, so daß der Waldwuchs fehlt und die endlose Fläche sich fast nur mit Moosen und Flechten bedeckt zeigt, über die eine ausgesprochen hochnordische Tierwelt sich bewegt.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Tundrafauna und Tundraflora des Diluviums, wo immer sie auftritt, die Landschaft direkt am Fuße der Gletscher bezeichnet. Wie heute den Pol, so umschloß die Tundra auch damals die vorrückenden Eismassen und wanderte mit ihnen mehrfach bis ins Herz Nord-Europas hinein. Nach dem Zurückgehen der Gletscher breitete sie sich eine Zeit lang rückwärts über die Abschmelzungsgebiete aus, schwand aber schließlich selbst auch wieder nach Norden hinauf. An ihre Stelle muß jetzt — sei es nun bloß für eine Interglacial-Zeit, sei es für die erste Phase der Postglacial-Zeit, in der wir heute noch wohnen, der Verlauf wird wohl immer ein ähnlicher gewesen sein — eine neue Fauna und Flora getreten sein. Auch von ihr haben wir unzweideutige Spuren. Sie weisen auf eine Steppenlandschaft, wie sie heute Süd-Sibirien und Süd-Rußland besitzen. Solche Steppenlandschaft erfordert ein wesentlich wärmeres Klima mit sehr trockenen Sommern. Dem Waldwuchs ist sie feindlich, und in der waldarmen Grasebene durchtoben sie dann jene gewaltigen Stürme, die den Staub zu Bergen aufschütten. Das war die Bildungszeit des „Löß“. Wahrscheinlich schob sich jedesmal zwischen die Tundra-Zeit und die Steppen-Zeit noch eine kürzere Periode schönen Waldstandes mit Mischfauna, wovon ebenfalls gute Spuren vorliegen. Die letzte postglaciale Steppe ist dann wohl unter Einwirkung eines feuchteren Klimas, das sich anbahnte, jenem Urwald gewichen, den Tacitus und Plinius in „Germanien“ vorfanden und der heute wohl noch genau so bei uns bestände, wenn der Mensch mit seiner Forst- und Feldkultur nicht eingegriffen hätte. Will man sich dem Traume hingeben, daß unsere ganze „Geschichtszeit“ nichts weiter sei als die Phase einer dritten oder vierten Interglacialzeit, so könnte man sich wohl ausmalen, daß wir uns einmal wieder mitten auf dem Weg von der Steppe über die Waldzeit zur Tundra befänden, und zwar bereits, als Bewohner des Waldes, in einem vorgeschrittenen Stadium, das eine neue Vergletscherungsperiode schon in Aussicht stellte.

Betrachten wir nach diesem allgemeinen Überblick jetzt zunächst die Tierwelt des Diluviums genauer, immer eingedenk dabei, daß uns in ihr mindestens dreierlei verschieden umgrenzte Fauna entgegentritt.

Da ist es denn naturgemäß das größte, merkwürdigste Tier der Zeit, das sich uns zuerst entgegenstellt, der recht eigentlich typische Vertreter der Eiszeit: der behaarte Elefant der Nordländer, das Mammut. Viele Umstände haben sich vereinigt, dem Mammut eine außergewöhnliche Stellung unter den ausgestorbenen Tierformen der Vergangenheit zu schaffen. Denkt man sich eine nordische Landschaft, wie unsere bestehende in Norddeutschland: rot blühende Heide, Hügel mit gelbem Ginster, die endlose Folge brauner Stämme und graugrüner Nadelkronen im Kiefernwald, — so ist es eine starke Anforderung an die Phantasie, in dieses Bild eine

Herde schweifender Elefanten der größten Art, mit ihren Rüsseln und Stoßzähnen, ihren kolossalen, säulenartigen Beinen, ihrem dröhnenden Trompetenruf, ihrem wuchtigen Tritt, unter dem das zähe Unterholz des Waldes wie Spreu zerkracht, hineinzuversetzen. Und doch wird diese Forderung noch überboten. Wir sollen uns vorstellen, daß einzelne Kadaver dieser fremdartigen Ungetüme, in unschmelzbarer Eismasse begraben, die ganze Kette der dazwischen liegenden Jahrtausende überdauert haben, nicht als Knochen bloß, als Versteinerung, sondern absolut vollständig, so frisch, daß das Fleisch im Moment der Befreiung aus dem Eise wieder anfängt zu bluten und den charakteristischen Aasgeruch entwickelt, der von nah und fern die Wölfe und Eisbären zum leckeren Mahle heranlockt. Es hat lange gedauert, bis man sich an so märchenhafte Thatsachen gewöhnen konnte, und der Paläontologe hat noch heute einige Mühe, dem Laien gegenüber vor diesem Objekt nicht als Münchhausen zu erscheinen.

Die eine Grundthatsache war allerdings schon im vorigen Jahrhundert, als Buffon schrieb, über jeden Zweifel erhaben: elefantenartige Tiere mit riesigen Stoßzähnen hatten in relativ junger Zeit noch Europa und vor allem in ungezählten Massen das nördliche Sibirien belebt. In unsern Ländern hatte man die großen Knochen, wo sie hier und da aus dem diluvialen Sand und Löß zu Tage kamen, bald als Knochen von Riesen (z. B. der Gog und Magog der Bibel), bald als Heiligengebeine (z. B. als Zähne des heiligen Cristophorus!) aufgesammelt und in Kirchen und Raritätenkabinetten niedergelegt. Gelegentlich wurden sie auch schon früh als Elefantenreste gedeutet, dann aber den Kriegselefanten Hannibals aus der Zeit seines kühnen Alpenübergangs zugeschrieben. Immerhin handelte es sich dabei um vereinzelte Vorkommnisse. Anders in Sibirien. Die russische Sprache besitzt ein eigenes Wort für das Gewerbe des Elfenbeinsammelns: „Promyschlenik“. Und doch giebt es, außer vielleicht einmal in einer Menagerie, im ganzen Bezirk des unermeßlichen Russenreiches nicht einen einzigen lebenden Elefanten, der in seinen Stoßzähnen Elfenbein liefern könnte. Die gesamten Elfenbeinmassen, die Rußland in den Welthandel schickt — ein Drittel etwa allen Elfenbeins, das überhaupt zur Verwertung kommt —, stammen aus dem Diluvialboden des nördlichsten Sibirien, der an vielen Orten gradezu Kopf an Kopf, Zahn an Zahn mit den Resten der uralten Mammutelefanten durchsetzt ist. Man hat Schätzungen angestellt, nach denen in den letzten beiden Jahrhunderten jährlich das Elfenbein von etwa zweihundert Mammuten in den Handel gelangt ist, ohne daß die Quelle erschöpft wäre. Dabei ist die Ausbeutung, wenn auch in geringerem Maße, offenbar weit älter als zweihundert Jahre. Fossiles Elfenbein wird schon in der altgriechischen Litteratur bei Theophrast erwähnt, und die Chinesen haben ihren Quellen nach lange vor Christi Geburt bereits Mammutbein aus Sibirien bei sich eingeführt und von dem geheimnisvollen

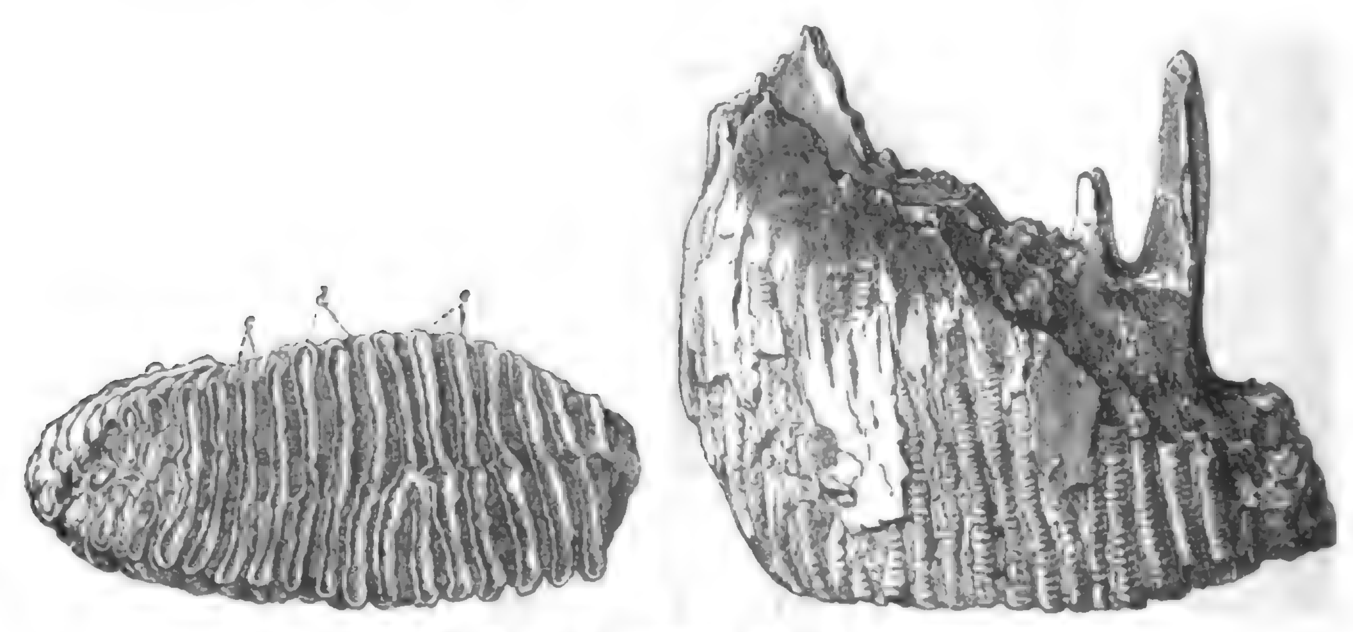
Tiere, dem es entstammen sollte, die Fabeln in ihren Chroniken verzeichnet, die sie von den sibirischen Jägerstämmen zugleich mit dem kostbaren Stoffe überliefert bekamen. Da der Zufall wollte, daß diese Elefanten der Vor-



Ein Skelett des Mammut-Elefanten (Elephas primigenius) aus der Schweiz.
1890 fanden sich in einem diluvialen Torfmoor bei Niederweningen in der Schweiz sechs große und ein kleines Mammut, die wohl voreinst dort im Sumpf versunken waren. (Vergl. das sibirische Mammut-Skelett in Bd. I S. 40, die Zeichnung eines Mammut auf einem Stück fossilen Elfenbeins von der Hand eines prähistorischen Zeitgenossen des Mammut Bd. I S. 41 und die Rekonstruktion eines lebenden Mammut auf der Tafel zu diesem Kapitel.)

zeit in einem Lande und bei Völkern ans Licht kamen, die durch enorme, niemals überschrittene Erdräume von der heutigen Heimat lebender Elefanten getrennt waren, mußte die Deutung grade an Ort und Stelle selbst am meisten zu Märchen verführen. Das Wort Mammut selbst wahrt uns,

wie es scheint, eine Erinnerung daran. Der Russe schreibt jetzt „Mammont“. Aber es scheint, daß der ältere, echte Namen wirklich „Mammut“ lautet. Ma ist im Finnischen die Erde, Mut esthnisch der Maulwurf. Ist diese Etymologie richtig, so entspricht das Wort der überlieferten Märchentradition der tungusischen Stämme am Eismeer. Das Mammuttier, so hören wir dort, lebt wirklich noch heute gleich dem Maulwurf tief unter der Erde; es wird fünf Ellen hoch und neun lang, ist von Farbe grau, mit einem gewaltigen Kopf und Bärenfüßen; mit Hilfe von beweglichen Hörnern (wofür die Stoßzähne gehalten wurden), wühlt es sich im Schlammboden vorwärts, wobei es sich bald enorm verlängern, bald klein zusammenziehen kann (wohl



Ein oberer Backenzahn des Mammut
(von der Seite und von oben in $^1/_5$ natürl. Größe nach Owen).
Die fünfmalige Verkleinerung giebt einen Maßstab für die Größe des Schädels, in dem solche Backzähne und daneben noch zwei 10—15 Fuß lange, bis 250 Pfund schwere Stoßzähne saßen.

eine Anspielung auf den Rüssel); verderblich wird ihm nur, wenn es in Sand gerät oder gar ans Tageslicht kommt; das letztere geschieht besonders an den hohen, steil abfallenden Flußufern, wo man denn auch zumeist die Leichen, die das Licht getötet hat, antrifft. Es gab manchen Anhaltspunkt aus der Wirklichkeit, der dieses groteske Tierbild zu bewahrheiten schien. Der Ort war treu geschildert, wo gewöhnlich die Kadaver sich zeigten. Und was der Vermutung, es handle sich um ein erst eben gestorbenes Geschöpf, einen Schein von Recht verlieh, war die unleugbare Thatsache, daß die Knochen noch in dem Fleisch und der Haut steckten, blutig frisch wie bei einem eben geschlachteten Ochsen.

Keine Angabe konnte, als sie sich allmählich verbreitete, auf mehr Unglauben in der Studierstubenwelt stoßen als diese letztere. In dem umfassenden Bericht, den Buffon für seine große, das Wissen der Zeit

erschöpfende Naturgeschichte im vorigen Jahrhundert zusammengestellt hat, wird mit Geringschätzung diese „Fabel“ abgethan, die lediglich durch die im nordischen Klima bedingte Frische des sibirischen Elfenbeins hervorgerufen sei. Als aber um die Wende des neunzehnten Jahrhunderts sich in Sibirien die vage Kunde verbreitete, es sei abermals am Ausfluß der Lena ein solcher noch blutiger Mammutkadaver entdeckt worden, da schien dem Naturforscher Adams, der 1806 zu Jakutsk davon erfuhr, denn doch die Sache wichtig genug, um an Ort und Stelle eine entscheidende Untersuchung vorzunehmen. „Er reiste deshalb,“ so schildert Oken anschaulich das einzigartige Abenteuer, „am 7. Juni ab, um diese kostbaren Überbleibsel zu retten, kam am 16. in dem Städtchen Schogank an, am Ende des Monats in Kumak-Surka, wo 40—50 tungusische Familien wohnen. Daselbst schloß sich das Haupt der Tungusen, Ossip Schumachof, welcher das Tier entdeckt hatte und dem der Boden gehörte, an ihn an. Sie reisten am Ende des Sommers mit seinem Jäger, drei Kosaken und zehn Tungusen in Rentierschlitten weiter und kamen nach zwei Tagen am Eismeer an, wo sie am rechten Ufer der Lena, auf der Insel Tamud, ihre Zelte aufschlugen, nur einige hundert Schritte von dem Tier. Im Jahre 1799 besuchte Schumachof die Gegend nebst seiner Frau, um Mammutzähne zu suchen, wobei er in einer Masse Eis einen unförmlichen Block bemerkte, der nicht wie ein Haufen flößendes Holz aussah, das man gewöhnlich daselbst findet. Er stieg ab, kletterte auf einen Felsen, um ihn besser zu sehen, konnte aber nicht erkennen, was es war. Im Jahre darauf entdeckte er daselbst das Knochengerüst eines Walrosses, und der Block war mehr frei von Eis; am Ende des nächsten Sommers zeigte sich endlich die Seite des ganzen Tieres und ein Hauzahn ganz aus dem Eis. Einige alte Leute erzählten aber, daß man ehemals auf derselben Halbinsel ein ähnliches Ungeheuer gesehen habe, und bald darauf sei die ganze Familie dessen, der es gesehen, ausgestorben. Das erschreckte das Haupt der Tungusen dermaßen, daß er krank wurde. Nach seiner Wiederherstellung reizten ihn doch die ungeheuren Hauer so sehr, daß er sich entschloß, dieselben zu bekommen. Allein der kalte Sommer ließ es nicht zu. Erst am Ende des fünften Jahres wurden seine Wünsche erfüllt. Das Eis zwischen dem Land und dem Mammut war geschmolzen, und das Tier rutschte herunter gegen das Land und blieb auf einer Sandbank liegen. Im März 1804 sägte er ihm beide Zähne ab und vertauschte sie gegen Waren für 50 Rubel. Adams traf nun zwei Jahre später das Tier auf derselben Stelle, aber ganz verstümmelt, weil die Jakuten das Fleisch abgerissen hatten, um es ihren Hunden zu geben; dasselbe thaten die weißen Bären, Wölfe, Vielfraße und Füchse, welche ihre Höhlen in der Nähe hatten. Das Skelett war aber noch ganz mit Ausnahme eines Vorderfußes. Der Kopf war mit einer trockenen Haut bedeckt, ein Ohr gut erhalten und mit einem Busch borstenartiger

Haare bedeckt; auch die Augen noch erhalten, ebenso das Hirn; die Spitze der Unterlippe war aber zernagt; die Füße, mit Haut bedeckt, hatten noch ihre Sohle. Schumachof sagte, es sei sehr dick und gut genährt gewesen; der Bauch hing ihm bis an die Knie. Dieses Mammut war ein Männchen mit einer langen Mähne am Halse. Von der Haut des Leibes war dreiviertel übrig, dunkelgrau, mit rötlichen Haaren bedeckt und schwarzen Borsten, dicker als Roßhaar. Die Höhe des Skeletts beträgt neun Pariser Schuh, die Länge bis zum Steißbein sieben, die Hauer neun und jeder wog 175 Pfund, der Kopf allein 400. Adams sonderte die Haut ab, und zehn Personen waren kaum im stande, sie von der Stelle zu bringen; aus dem Boden ließ er die Haare sammeln und bekam über 35 Pfund. Es wurde alles nach Petersburg geschickt, wo es freilich auf einem Wege von 1200 Meilen so gelitten hat, daß an der Haut selbst kein Haar mehr ist. In der Gegend umher lagen noch eine Menge Hauer nebst ungeheuren Stämmen von Holz, welche auf den sibirischen Flüssen hierher geschwemmt werden."

So weit der Bericht über den ersten, großen Fund, der noch immer der entscheidende ist. Wohl sind in der Zwischenzeit abermals Mammutkadaver aus dem Eise getaut, aber die Reste, die davon gerettet werden konnten, sind spärlicher als die von der ersten Leiche. Dagegen ist allmählich etwas Licht in die Art und Weise gekommen, wie diese einzigartige Konservierung ganzer Tierkörper mit Haut und Haar zu stande kommen konnte. Es ist dazu, wie begreiflich, das Bild nötig von Eismassen, die seit der Zeit der Mammute, sagen wir kurz seit der Eiszeit, nicht mehr aufgetaut sind, von intakten Stücken jenes alten Landeises, das sich von Norden her zeitweilig tief nach Europa und Nord-Amerika hineingeschoben hatte. Ein Rest solcher Art ist das blanke Eisfeld des heutigen Grönland, von dem wohl mit Recht betont worden ist, daß „es sich heute zu halten vermag, aber unter den heutigen Verhältnissen dort schwerlich zu bilden vermocht hätte". (Drygalski.) Andere Reliquien aber bietet Sibirien im höchsten Norden, an den Mündungen der großen Flüsse und auf den einsamen, wüsten Inseln des angrenzenden Polarmeers. Als „Steineis" ruhen hier, unter Schutt und Erde begraben, gleichsam „fossile Gletscher" in der Tiefe, starre, unbewegliche Massen, die aber gegen jeden Wechsel der Dinge gefeit scheinen. An der steilen Küste der Ljächow-Insel, einer der neusibirischen Inseln, fand Toll gewaltige Eisschichten offen anstehend wie anderswo Kohlen oder Schiefer. Die alten Gletscherspalten waren mit Moränenschutt und den Absätzen der oberflächlichen Schmelzwasser ausgefüllt und standen in der Eisschicht wie Erdpfeiler, die beim Schmelzen als einsame Säulen hätten übrig bleiben müssen. Eine ganz kurze Zeit nur eine Temperatur über 0°, und die Insel hätte zerfließen müssen wie Brei bis auf diese Pfeiler, so urteilt einer der Teilnehmer der Expedition von 1885/86. Auf diesem

Terrain nun ist auch die geheimnisvolle Gräberstätte der Mammutleichen. Es scheint nach den neueren russischen Untersuchungen, daß sie nicht eigentlich im alten Gletschereise selbst liegen, sondern in den hart gefrorenen Lehmschichten auf und neben dem Eis. Sie finden sich in Gesellschaft von Pflanzenresten und in der Nähe von Süßwasserablagerungen mit Muscheln und den Larvengehäusen von Köcherfliegen. Toll denkt sich auf Grund seiner Studien an Ort und Stelle das einstmalige Bild so, daß „über die weit ausgedehnten Gletscherflächen die einzelnen nicht vereisten Berge gleich Nunnatakern (Eskimowort für Bergspitzen auf dem Inneneis) Grönlands emporragen; wir erblicken Gletscherseen, deren Grund zum Teil noch Gletschereis bildet, die zum Teil aber ein so weit erwärmtes Wasser besaßen, daß sich eine Mollusken- und Insektenfauna in demselben entwickeln konnte; an den Ufern der Seen gediehen kräftige Weiden- und Birkengestrüppe und Matten, hinreichend um den Mammuten, Nashörnern, Moschusochsen u. a. m. das Leben zu erhalten; und das Eis, an dessen Fuß sie wandelten, war die Ursache, daß sie über ihren Tod hinaus bis auf heute durch Tausende von Jahren hindurch als eisige Mumien erhalten blieben."

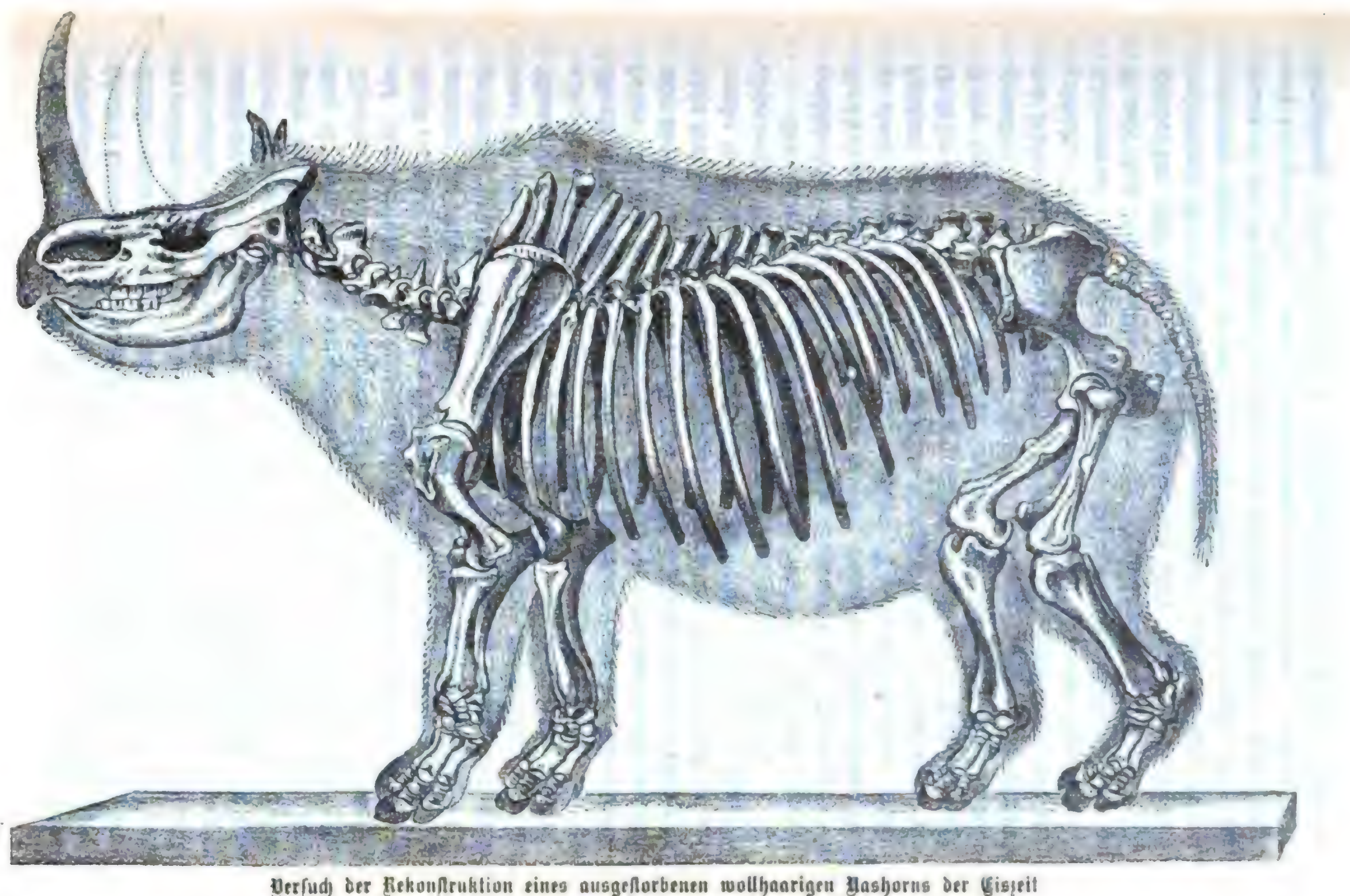
Mögen die Dinge nun so oder ähnlich gelegen haben, jedenfalls müssen die Mammute an Ort und Stelle gelebt haben. Ein Kadaver, von dem Benkendorf 1846 Kunde gab, stand aufrecht im gefrorenen Boden, — hier wird man an ein Versinken im Moor denken müssen, aber in einem Moor, das nach kurzem oberflächlichen Aufweichen sogleich wieder der Eisstarre verfiel und den Körper so über die Jahrtausende fort rettete. In den Falten der Backenzähne bei dem Petersburger Exemplar, das Adams geborgen, fand Brandt als halb zerkaute Reste der Nahrung hauptsächlich Teile von Nadelhölzern. Die äußere Gestalt des Mammut ist in dem mitgeteilten Fundbericht schon angedeutet. Was sogleich einen starken Gegensatz zu unserm lebenden Elefanten bildet, ist die dichte Behaarung der Haut, — auch sie ein Beweis, daß wir es mit einem ständigen Gast kalter Länder zu thun haben. In seinem rotwolligen Pelz muß der Koloß ein überaus seltsames Bild gewährt haben, keinem lebenden Tiere auch nur annähernd gleich (Vergl. die Rekonstruktion auf der Tafel). Der Schädel ähnelt am meisten dem des indischen Elefanten. Aber ungeheuerlich sind im Verhältnis zu diesem die Stoßzähne, bis 15 Fuß lang und 250 Pfund schwer, nach oben und außen gekrümmt in einer Weise, die es begreiflich macht, daß die naiven Erzähler von Hörnern berichteten. Durch seine Größe gewiß das herrschende Tier der Landschaft, durchschweifte dieser groteske Geselle nun ein Riesengebiet. Mammute liegen nicht nur an der Lenamündung und auf den sibirischen Inseln, sondern sie finden sich (hier natürlich nur in Skelettteilen) am Baikalsee und Kaspischen Meer in Innerasien, von Alaska und Kanada bis nach Texas, Florida und Mexiko in Nord-Amerika, in Europa von England bis nach Mittel-Italien (Rom) und

Spanien. Das verrät eine überaus dauerhafte Rasse, die keineswegs **bloß** an Gletscherseen sich wohl befand. Die Herden (vielleicht einer besonderen, weniger bepelzten Abart), die bis nach Florida und Mexiko vordrangen, waren weit genug entfernt vom ganzen Bereich der Eiszeit, und bei uns ist das Mammut nach Entschwinden der Tundra-Landschaft offenbar auch in den interglacialen und postglacialen Steppenzeiten ständiger Gast geblieben, wenn es sich auch in diesen wohl wesentlich auf die Flußthäler, wo sich noch etwas mehr Waldwuchs wahrte, beschränkt haben mag. In der ganzen Epoche, wachsend aber wahrscheinlich nach Ablauf der letzten Eisperiode und ihrer Nachwehen, ist es hier zweifellos auf seinen gefährlichsten Gegner schon gestoßen: den Menschen.

Die letzten Versuche, den Menschen als „Mammutjäger“ anzuzweifeln, können heute endgiltig für gescheitert gelten. Reste primitiver, menschlicher Kultur liegen in einer Weise durcheinander mit Mammutknochen, und diese Knochen selbst zeigen sich dabei so sichtbarlich in frischem Zustande bearbeitet durch menschliche Thätigkeit, daß keine Skepsis dagegen aufkommen kann. Im diluvialen Löß (vergl. S. 740) von Predmost in Mähren haben Graf Wurmbrand und Maska eine Kulturschicht mit Asche, zerschlagenen Knochen und rohen Feuersteinwerkzeugen aufgedeckt. Mitten darin liegen auch die Reste von Hunderten von Individuen des Mammut auf allen Altersstufen, viele künstlich bearbeitet und mit Rötel bestrichen, manche noch mit den abgebrochenen Spitzen der Feuersteinmesser in sich, womit der Knochen behandelt wurde. Ein eifriger Gegner, Steenstrup, hat allerdings selbst diese „Mammutstation“ nicht gelten lassen wollen: der Mensch sollte ein altes Gräberfeld lange vor seiner Zeit irgendwie in Masse verunglückter Mammute entdeckt und auf der Suche nach Elfenbein durchwühlt und verunstaltet haben. Diese letzte Not-Hypothese ist aber alsbald mit durchschlagenden Gründen aus der Art der ganzen Fundstelle im Löß widerlegt worden. Giebt man aber so im ganzen zu, daß der Mensch das lebende Mammut noch gut kannte und jagte, so wird man keine Gründe aus der allgemeinen Sachlage heraus der Möglichkeit des Falles entgegensetzen, wenn wir hören, daß in einer französischen Höhle (La Madeleine in Périgord) unter andern Resten vorhistorischer, diluvialer Menschheitskultur eine Platte aus Mammut-Elfenbein gefunden worden sein soll, die eine rohe, aber noch durchaus charakteristische Umrißzeichnung eines Mammut in eingekratzten Linien enthält. (Vergl. in Bd. I das Bild S. 41 und die Anmerkung zum Text S. 73.) Auf den veröffentlichten Reproduktionen der vielumstrittenen Platte von Madeleine sieht man in der That ein Tier mit Rüssel, aufwärts gekrümmten Stoßzähnen und langer Behaarung, das nur ein Mammut sein kann. Man hat die eigenartige Reliquie für ein modernes Kunstprodukt erklärt, mit dem ein ehrlicher Forscher betrogen worden sein soll. Ein Teil der vorgebrachten Gründe

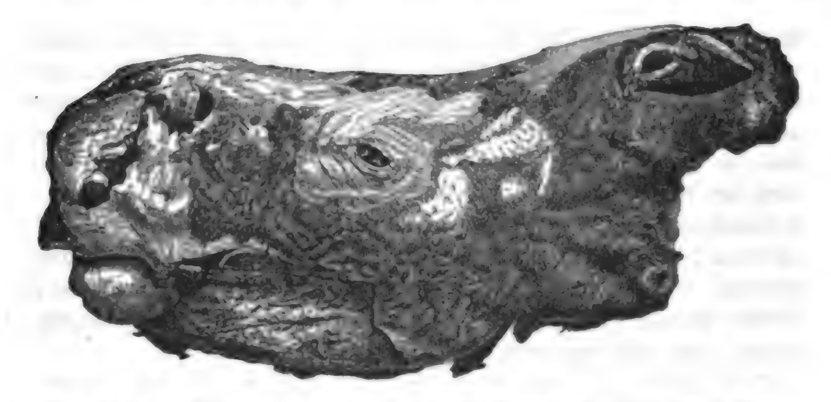
stützt sich dabei auf die theoretische Unwahrscheinlichkeit, daß die rohen Steinzeit-Menschen schon ein so relativ wohl getroffenes Tierbild hätten schaffen können. Aber Tierzeichnungen verwandter Art sind an verschiedenen Stellen gefunden worden, und wenn man die künstlerischen Leistungen ganz primitiver Volksstämme von heute grade hinsichtlich der treuen Wiedergabe vertrauter, oft gesehener Tiertypen anschaut, so wird dieses Argument mindestens zu einem ganz wertlosen. Wichtiger ist die Thatsache, daß bei einer anderen Gelegenheit (in Thayingen bei Schaffhausen 1874) wirklich grobe Betrügereien bei solchen Funden mit untergelaufen sind. Aber auch das ist weit entfernt, unmittelbare Rückschlüsse nötig zu machen. Die Thayinger Fälschungen prähistorischer Tierbilder sind rasch und glücklich als solche aufgedeckt worden. Für das Mammutbild von Madeleine ist direkt nie ein Verdacht bei den Nächstbeteiligten rege geworden. Bei einigen anderen Nachsuchungen waren die Betrugsmöglichkeiten sorgfältig ausgeschlossen, und es sind doch ähnliche Bilder, wenn auch bisher keine wieder vom Mammut, gefunden worden. Die Echtheit zugestanden, ist das Mammutbild von Menschenhand dann gewiß eine denkwürdige Reliquie, als Zeugnis engen Zusammenlebens von Mammut und Mensch, wie als Markstein der werdenden Kunst, dieser schönsten Blüte der Menschheitskultur. Wildes, Rohes, Urzeitliches mischt sich darin mit dem gewiß Zartesten, was dieser Mammutjäger des Diluviums in sich trug, und wer möchte sich nicht dem sinnigen Traum einen Augenblick hingeben, daß die Kunst geboren wurde inmitten des Freudenfestes über die Erlegung einer der groteskesten absterbenden Spukgestalten der Erdentwickelung, — des Mammut.

Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, wie weit eine auf stammesgeschichtliche Zusammenhänge aufgebaute Systematik den Elefanten vom Nashorn trennen muß. Dennoch hat der Bann der Eiszeit beide Tiere zu einer ähnlichen Kälteanpassung geführt. Dieselben gefrorenen Bodenschichten Nord-Sibiriens, die uns die Mammutleichen wie ein natürlicher Eiskeller bewahrt haben, bergen in großer Zahl auch frische Kadaver zweier Arten von Nashörnern. Sie weisen auf faltenloser Haut dasselbe dichte Haarkleid wie die Mammute. Bei einer prächtig erhaltenen Kopfmumie des Rhinoceros Merckii zeigte sich dieser Pelz noch deutlich rot und weiß gescheckt. Die Hörner waren bei dem am besten bekannten Exemplar des Rhinoceros tichorhinus (oder antiquitatis), das umstehend in der Brandt'schen Rekonstruktion geboten ist, schon gestohlen, ehe es in die Hände der Wissenschaft kam, wahrscheinlich aber trug die vollkommen verknöcherte Nasenscheidewand zwei gleich lange, riesige Hörner, wie sie anderswo einzeln bis zu drei Fuß lang gefunden worden sind. Auch hier stecken in den Backzähnen die Reste von Nadelhölzer, Weiden und Birken, und der ganze Typus verrät die Anpassung an ein Leben in hochnordischer Umgebung. Möglich, daß das dichtbehaarte Fell bei diesen Tieren ein



Versuch der Rekonstruktion eines ausgestorbenen wollhaarigen Nashorns der Eiszeit
(Rhinoceros tichorhinus), entworfen nach den sibirischen Resten von Brandt.

altes Erbe war, wie denn noch jetzt die lebenden Arten mit wolligem Haar bedeckt zur Welt kommen. Jedenfalls gab der Pelz in der Eiszeit einen vorzüglichen Schutz ab, mit dem versehen die Nashörner in Menge längs der ganzen Gletscherwand, von China bis ins Herz von Europa, schweifen konnten. Gleich dem Mammut scheinen auch sie in den Nordländern erst spät und lange nach Schluß der letzten Vereisung eingegangen zu sein. In den Sagen der Jukagiren in Sibirien ist die Rede von riesenhaften Vögeln, gegen die voreinst gefährliche Jagdzüge veranstaltet wurden. Die Hörner des Rhinoceros, als Krallen solcher Vögel gedeutet, mögen zumeist den Anlaß gegeben haben, und der Ruf davon kann recht wohl noch bis in die Greifensage der Griechen hineinspielen. Oder war auch noch Erinnerung



Ein mit Haut und Haaren erhaltener Nashorn-Kopf aus dem sibirischen Eisboden.
Der Kopf, dem Rhinoceros Merkii angehörig, ist mit rotscheckigem Wollhaar bekleidet.
(Nach Schrenk.)

an das lebende Tier darin? Das von Radloff mitgeteilte Volkslied der südsibirischen Tungusen vom schwarzen Riesenstier, der nur ein einziges Horn auf der Stirn trug, ein Horn, das so groß war, daß es allein einen Schlitten beim Transport füllte, — klingt allen Ernstes wie ein Lied vom Nashorn. In den südlicheren Teilen von Sibirien und Rußland, vereinzelt im westlicheren Europa, finden sich neben Mammut und jenen beiden Nashornarten noch die Reste eines nashornähnlichen Ungetüms, dessen Bild besonders gut zu jener Sage zu passen scheint. Es ist das Elasmotherium (Elasmotherium Sibiricum, vergl. das Bild Bd. I, S. 41). Der fast meterlange Schädel steht dem Rhinoceros im allgemeinen nahe, ist aber höher und oben kuppelförmig gewölbt, so daß man sich in der That ein einzelnes Riesenhorn auf dem Stirnbein denken muß, das dem Tiere von allen, die je existiert haben, am meisten Ähnlichkeit mit dem fabelhaften Einhorn gegeben hat. Die Nasenspitze trug noch ein zweites, sehr kleines Horn, vielleicht über einem kurzen Rüssel. So rückt uns das Zeitalter dieser

großen Geschöpfe vielleicht noch so nah, daß die menschliche Tradition sie erreicht bei Völkern, deren Gesichtskreis sich in Jahrtausenden wohl kaum viel verändert hat und deshalb um so zäher das Alte konservieren mag.

Mit dem Mammut, den Nashörnern und dem Elasmotherium haben wir die drei auffälligsten Tiertypen des Diluviums vorweggenommen, — mit den beiden ersten wohl gleich auch zwei der dauerhaftesten, die allen Wechsel der Zeit, vereiste Tundra, trockene Steppe und sumpfig-feuchte Waldperiode in Europa durchzumachen wußten und vielleicht erst dem Menschen erlegen sind. Der Rest großer und hervorstechender Tiere der Diluvial-Zeit schließt sich sehr viel enger an noch lebende Formen der nördlichen Länder an. Freilich wird es uns heute oft schwer, den Anschluß wenigstens bei uns in Europa gleich zu finden. In der relativ kurzen Spanne Zeit, da der Kulturmensch Herr der nachglacialen Waldperiode unseres Erdteils geworden ist, hat er bereits furchtbar aufgeräumt unter den Diluvialtieren, die sich bis hierher noch herübergerettet. 1746 wurde das letzte wilde Exemplar des prachtvollen Elchhirsches (Elentier, Cervus alces) in Sachsen erlegt, 1776 das letzte in Schlesien; heute lebt dieser Koloß der deutschen Huftiere nur noch künstlich gehegt in Ostpreußen, z. B. im Ibenhorster Forst bei Tilsit in einer Herde von nicht hundert Stück. In demselben Ostwinkel Preußens, bei Tilsit, wurde 1755 der letzte Wisentstier (Auerochs, Bison europaeus) von einem Wilddiebe erlegt, während in der russischen Provinz Litauen der Wald von Bialowies auch dieser zoologischen Reliquie heute noch ein letztes künstliches Asyl gewährt.

Auf dem Boden Deutschlands gänzlich vertilgt ist das letzte der riesigen diluvialen Raubtiere, der Bär (Ursus arctos), von Jahr zu Jahr schwindet er mehr in den Tiroler und Schweizer Bergen, kaum daß die andern Hochgebirge (Pyrenäen, Balkan, Transsylvanische Alpen, die Berglande Skandinaviens u. a.) ihm noch eine Weile als Schlupfwinkel dienen werden. Der Biber, unser größtes Nagetier, war in der Mitte des 16. Jahrhunderts, als der alte Geßner schrieb, bei uns noch „in allen Landen ein gemein Tier", — heute lebt er mit Gewißheit nur noch an der mittleren Elbe, durch Jagdgesetze künstlich erhalten gleich Wisent und Elch. Geht man bis ins Mittelalter zurück, so liest man in den Chroniken des Klosters St. Gallen in der Schweiz von schweifenden Wildpferden, und hier und dort tauchen in der Überlieferung ganz sagenhafte Tiere auf, der „Ur", der „Schelch" und andere, zu denen das wirkliche Geschöpf bisher nur durch mehr oder weniger schwankende Kombination ergänzt werden konnte. Erst die Knochenfunde aus dem Diluvium haben uns einen klaren Überblick geschaffen, was alles da noch hätte erhalten sein können und jedenfalls in noch weiter zurückliegender Zeit auch noch wirklich erhalten war.

In den Torfmooren Irlands finden sich in prächtiger Erhaltung die ganzen Skelette eines Hirsches, der durch die Dimensionen seines Geweihes

den jetzt absterbenden Elch noch weit überbot. Der Riesenhirsch (Cervus euryceros) ist er mit Fug und Recht benannt worden. Schon im ersten Bande dieses Werkes ist (auf der Tafel neben S. 48) eine vorzügliche Rekonstruktion dieses mächtigen Tieres mitgeteilt. Das Geweih spannte von Ende zu Ende über $3^{1}/_{2}$ m (also Doppelbreite des Elentiers), bei einer älteren, den interglacialen Ablagerungen von Cottbus, Taubach bei Weimar und Worms angehörigen Varietät (C. euryceros var. Ruffii) war es etwas schwächer und nicht so horizontal ausgebreitet. Der echte Riesenhirsch kommt außer in Irland vereinzelt in ganz Mittel-Europa, Rußland und Ober-Italien vor. In Irland ist er so häufig, daß einst aus Knochenresten ein Freudenfeuer zu Ehren der Schlacht bei Waterloo abgebrannt werden konnte, — allerdings nicht grade die pietätvollste Behandlung solcher kostbaren Reste einer bedeutsamen Vergangenheit. Mit seinen enormen Schaufeln war der Riesenhirsch wohl kein Freund geschlossener Urwälder, und die Annahme hat an sich nicht viel Wahrscheinliches, daß grade auch er die deutsche Waldperiode noch tief in die historische Zeit hinein mitgemacht haben sollte. Dennoch hat man geglaubt, gewisse Angaben der älteren Litteratur über ein großes, vom Elen (wie es scheint) geschiedenes Jagdtier der deutschen Wälder, den „Schelch", auf unsern Riesen beziehen zu müssen. Im Nibelungenlied erlegt Siegfried einen solchen „grimmen Schelch". Allerdings ist die Zoologie des Dichters grade an dieser Stelle eine sehr willkürliche, denn er läßt in derselben Jagdbeute auch Löwen auftreten, die damals zweifellos schon längst Europa für immer verlassen hatten. Andere Stellen aus mittelalterlichen Urkunden nennen zwar ebenfalls den „Schelch", doch verschwimmt er grade hier auch gelegentlich wieder mit dem bekannten Elch. Kein Bild in alten Tierbüchern gemahnt irgendwie an den Riesenhirsch. Niemals ist eine der auffälligen Schaufeln in irgend einer Schatzkammer oder Kirche überliefert worden, während sich doch Rhinoceroshörner, Narwallzähne, Walfischrippen und ähnliches mehr an solchen Orten mit zähester Ausdauer erhalten haben. So muß die Deutung vorläufig eine durchaus problematische bleiben, so anziehend sie auch gewesen wäre, wenn sie sich direkt bewahrheiten ließe.

Ein echtes Eiszeit-Tier war auch das Rentier (Cervus tarandus). Kleiner als Elch und Riesenhirsch, beweglicher wahrscheinlich auch als diese und anspruchsloser, hat es sich heute noch in den ganzen nördlichen Polarregionen als Charaktertypus erhalten. Mit dem Vorrücken des Eises war es wohl gleich dem Mammut aus Nord-Asien zu uns herübergeschweift. Solange Nord-Europa noch kompakt unter Eis stand, schwärmte es bis tief nach Südwesten, nach Frankreich hinein, wo seine Reste massenhaft in den alten Höhlen liegen. Als das Eis zurückging, lenkte es allmählich auch wieder nordwärts, eine geborene Nordform, die zäher am Klima hing als ihre meisten großen Genossen, aber grade dadurch auch sich zeitig in

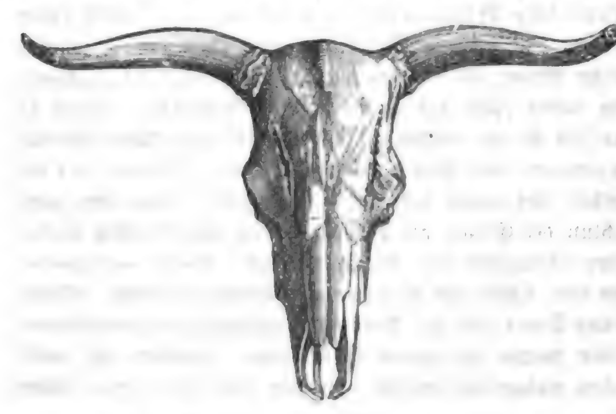
Gegenden hinüberrettete, die ihr Erhaltung versprachen. Wie lange es noch wandernd bis an den Rand der späteren deutschen Waldlinie wenigstens in Einzelscharen gelegentlich zurückgekehrt, ist zweifelhaft. Cäsars Schilderung der Tierwelt im rechtsrheinischen Forst erwähnt ein hirschartiges Geschöpf, das von jeher auf das Ren bezogen worden ist. Daß es aber damals wirklich auch noch bis zum Rhein vorgedrungen sein sollte, ist höchst zweifelhaft; in die Ostseeprovinzen dagegen mag es wohl schon noch gekommen sein. Das Rentier hat eine doppelte Bedeutung. Nicht nur, daß es zu den Eiszeit-Tieren gehört, die noch leben; es gehört auch zu denen, die damals in engste Berührung mit dem Menschen geraten sind. Wir haben den Menschen auftauchen sehen, wie er das Megatherium und den Glyptodon in den Pampas, das Mammut in Frankreich und Österreich jagte. Wenn ein solches Ungetüm sein Opfer wurde, so war es gewiß eine treffliche Beute, die er schon in vielfacher Weise zu nutzen verstand. Aber keiner all dieser Kolosse hat ihm je so viel geboten wie das Rentier. In den Höhlen Frankreichs, die uns die Reste jener Tage treu bewahrt haben, sehen wir eine ganze, allerdings schlichte Kultur gleichsam aufgebaut auf dem Rentier. Seine Hörner und Knochen liefern das Material zu den nötigsten Werkzeugen. An allen Ecken und Enden war es dem Menschen unentbehrlich, für Waffe, Handwerksapparat, Schmuck, primitive Kleidernäherei, ja selbst die Anfänge der Zeichenkunst. Als Nahrung stand sein Fleisch offenbar in erster Linie, und wenn die Mammutjagd ein großes Heldenabenteuer sein mochte, so war die Jagd auf das Rentier zweifellos gradezu die erste, die gewöhnlichste Tagesbeschäftigung der Männer. Es hätte nahe genug gelegen, daß ein so unentbehrliches Tier, das ohnehin keinerlei gefährliche Eigenschaften besaß, gleich lebend in den dauernden Besitz des Menschen überging, — zum Haustier wurde. Heute sehen wir in der That das Ren als Haustier bei den Völkern des höchsten Nordens. Auch ihnen ist es unentbehrlich. Es versorgt ihre Küche, giebt ihnen Kleider, ermöglicht lebend als Zugtier ihr Wanderleben, ohne das sie dem furchtbaren Klima und der öden Erde nicht trotzen könnten. Wie weit geschichtlich diese Zähmung des Rentiers zurückreicht, läßt sich nicht feststellen. Sicher aber ist sie uralt, und wenn das Ren nicht vor dem wärmeren Klima und dem übergreifenden Wald schon in älterer Zeit überhaupt aus Deutschland und Frankreich verschwunden wäre, so hätten wir es ganz gewiß heute als eins der ältesten Haustiere auch bei uns. Sehen wir doch andere Tiere aus dem Kreise seiner Zeitgenossen, die zäher am Lande festhielten, im Laufe der Jahrtausende völlig vom Menschen „erzogen" und in Haustiere eigentlichster Art umgewandelt. Die wichtigsten Formen, die hier zu nennen sind, stellen der Ochse dar und das Pferd.

Die Urheimat des Ochsengeschlechts ist Asien, wo noch heute auf Celebes eine Übergangsform zu den Antilopen lebt, die Anoa, Probubalus depres-

sicornis, und in den obermiocänen Sivalikschichten auch paläontologisch der Stamm beginnt. Von dort sind sie allmählich nach Afrika, Nord-Amerika und Europa ausgestrahlt. In der Diluvial-Zeit besaß Europa mehrere stattliche Formen, über deren systematische Grenzen viel Streit geführt worden ist. Heute läßt sich ungefähr folgendes als sicheres Besitztum aus der weiten Kampfeslitteratur heraussondern. Streng müssen zwei Gruppen von ochsenartigen Tieren im europäischen Diluvium geschieden werden. Die eine ist heute auf europäischer Erde nur noch vertreten durch jene großen, braunwolligen Wildstiere, die als karger Rest im Forst von Bialowies in Litauen gehegt werden und von da aus als bekannte Gäste in unsere größeren zoologischen Gärten übergegangen sind. Das ist der Wisent oder europäische Bison (Bison europaeus). Wild leben solche Wisente außerdem jetzt noch im Kaukasus, und eine nah verwandte Art, der amerikanische Bison (Bison americanus), bevölkert in geringer, dem Aussterben sehr naher Zahl die Prairien Nord-Amerikas. Schon in der älteren Diluvial-Zeit ist das Geschlecht dieser Wisente in Nord-Europa mit Macht vertreten gewesen, und zwar durch den Bison priscus, der der heutigen amerikanischen Art ganz besonders nahe steht. Aus ihm ging wohl erst nach Abschluß der Eiszeit als Bewohner des nach Norden wieder vorrückenden deutschen Urwaldes der heutige Wisent (Bison europaeus) hervor, der aber wie sein Ahne und sein nordamerikanischer Vetter allezeit ein wildes, gefährliches Tier blieb, das denn auch schließlich mit wachsender Kultur das Los aller solcher schlimmen Gäste teilte: nämlich fast vollkommen vom Menschen ausgerottet wurde. In der Zeit seiner ersten Blüte aber begegnete sich dieser echte Wisent in seinem Forst mit einem zweiten großen Wildstier, der seit alters den eisfreien Süden Europas bewohnt hatte und jetzt erst nach Norden mit dem Wald hinaufwanderte: dem Ur oder Urstier (Bos primigenius). Dieser Urstier lebt heute als solcher überhaupt nicht mehr auf der Erde. Es scheint aber, daß auch er bis ans 18. Jahrhundert heran gleich dem Wisent noch in unsern Wäldern wild vorgekommen ist. Seit den Tagen der Römer berichten Laien wie Tierkundige einhellig von einem Wildochsen der deutschen Wälder, der vom Wisent verschieden war. Er wird als größer geschildert und abgebildet, ohne Mähne, schwarz, mit mächtigen, horngrauen, schwarzspitzigen Hörnern, die in der Form denen unserer zahmen Ochsen am meisten entsprachen. Das rätselhafte Tier wird als Tur oder Ur bezeichnet. Es kann nicht gut etwas anderes als der Bos primigenius gewesen sein.

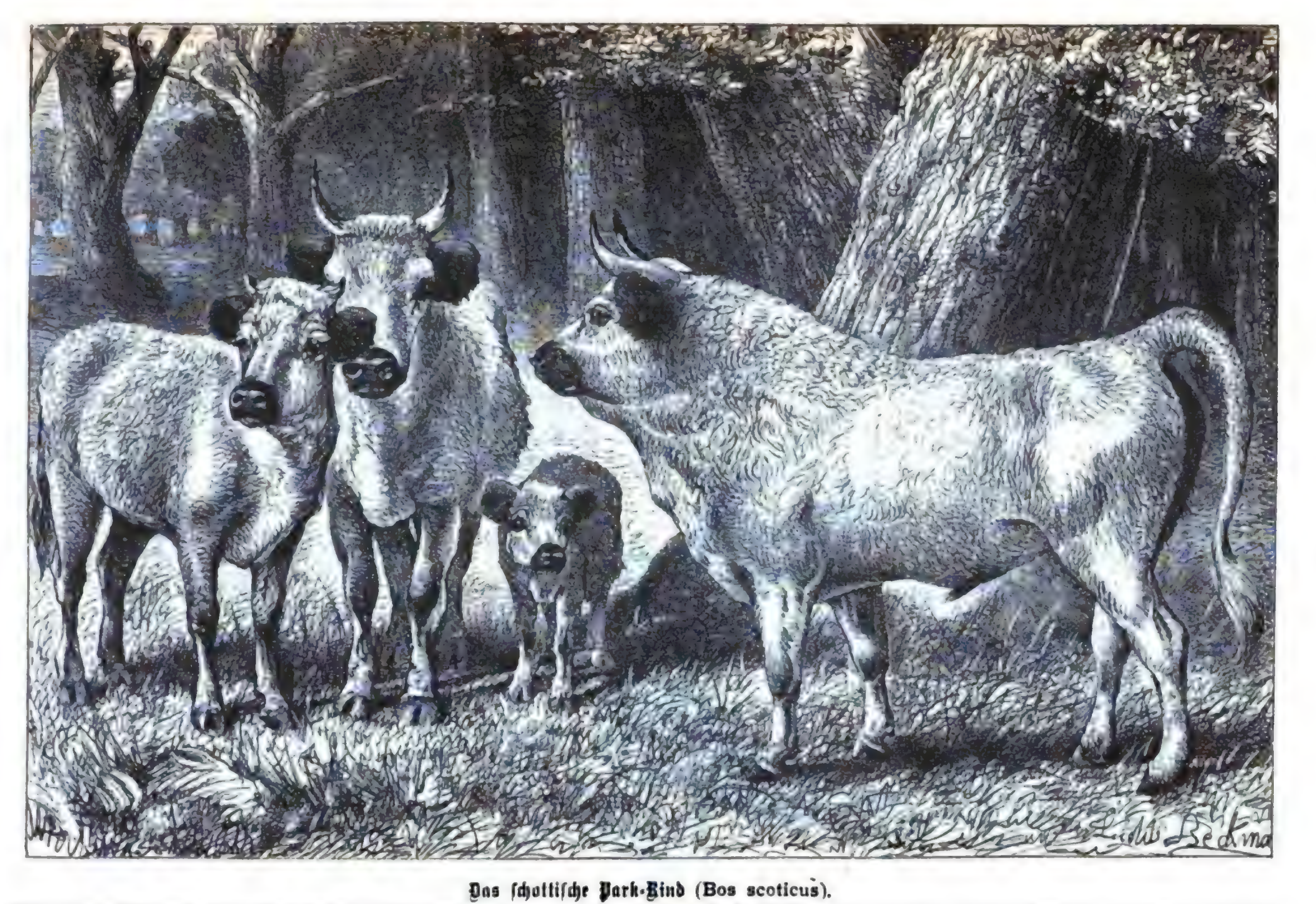
Aber was hier zur vollkommenen Ausrottung kam, das scheint nur ein letzter Rest eben der wilden Form des Urstiers gewesen zu sein. Gleichzeitig lebte er aller Wahrscheinlichkeit nach damals so gut, wie er es heute noch thut, fort in Rassen unseres zahmen Rindviehs. Bei allmählicher Klärung der schweren Frage, woher unsere vielen Rinderrassen

stammen, hat man zwar schließlich davon absehen müssen, eine einzelne wilde Anfangsform zu suchen, und sich dahin geeinigt, daß durch Kreuzung verschiedener Wildstiere das wechselvolle Bild von heute entstanden sei. Jedenfalls spielt aber der echte Ur darin eine große, vielleicht sogar die entscheidendste Rolle. Die Zähmung muß sehr früh geglückt sein. Im allgemeinen neigt man zu der Ansicht, daß das heutige holsteinische Rind dem Ur-Typus noch am nächsten stehe. Möglicherweise giebt es aber noch direktere lebende Nachkommen des Ur in dem sogenannten englischen und schottischen Parkwild, einer prachtvollen, dicht behaarten, fast rein milchweißen Rasse, die in halbwildem Zustande heute noch in ein paar großen Wildparken gehegt wird, früher aber, wie es scheint, gradezu wild dort im freien Forst gehaust hat und recht wohl eine weiße nur halb gezähmte Varietät des echten Ur noch jetzt darstellen könnte. Zu der ganzen Frage der diluvialen Wildstiere sei zum Schlusse noch bemerkt, daß eine große Konfusion zumeist dadurch entstanden ist, daß unser neuerer Sprachgebrauch sich irrtümlich daran gewöhnt hat, den Wisent (Bison europaeus) als „Auerochs“ zu bezeichnen, — ein Name, der von Rechts wegen grade umgekehrt dem Ur zukommt und erst nach Erlöschen dieses zweiten großen Wildstiers in unsern Wäldern auf den überlebenden Wisent vollkommen willkürlich übertragen wurde. Jeder, der den Namen in den Mund nimmt, könnte durch richtige Vergebung an seinem Teil etwas dazu beitragen, diesen zoologischen Gewohnheitsschnitzer wieder aus der Welt zu schaffen.



Ein Schädel des Urstiers (Bos primigenius) aus dem englischen Diluvium. (Nach Owen.)

Das Schicksal des wilden Urs, Stammvater friedlicher Haustiere zu werden, hat gleichzeitig mit ihm oder wenig später das Pferd geteilt. Wir haben im vorigen Kapitel gesehen, wie auch das Pferd zuerst im Tertiär in Südasien auftritt. Von dort kam es noch im Tertiär selbst nach Süd-Europa. In den Steppenzeiten des Diluviums waren Wildpferde wie erklärlich über den ganzen Kontinent in zahllosen Scharen verbreitet. Auch auf sie legte der Mensch Beschlag, und zwar sprechen die deutlichsten Zeichen heute dafür, daß gewisse Rassen unserer Kulturpferde



Das schottische Park-Rind (Bos scoticus).

Diese in schottischen Tierparken halb verwildert lebende Rinderrasse wird von namhaften Forschern für den am wenigsten veränderten Nachkommen des ausgestorbenen Urstiers (Bos primigenius) gehalten.

unmittelbar auf das norddeutsche Diluvialpferd zurückgehen; wild ist es dagegen gleich dem Ur mit der Zeit ausgestorben. Die langwierigen Untersuchungen, die dieser kurze Satz zusammenfaßt, haben einem alten, hartnäckigen Philologenirrtum den Garaus gemacht. Mit einem großen Aufwand sprachwissenschaftlichen Apparates wurde (insbesondere von Viktor Hehn) dargethan, das Pferd sei auch als Kulturprodukt ein Geschenk des Ostens und sei aus Asien erst bei uns eingeführt worden. Alle diese Kartenhäuser sind von der paläontologischen Forschung der Neuzeit hoffnungslos umgeworfen worden: das Pferd ist von Beginn an für den europäischen Menschen ein vertrautes Jagdtier gewesen, und früh schon muß ihm im eigenen Lande aus diesem Jagdtier auch schon der treue Genosse erstanden sein, der heute als Kulturpferd uns mit dieser Kultur so unzertrennlich verwachsen erscheint.

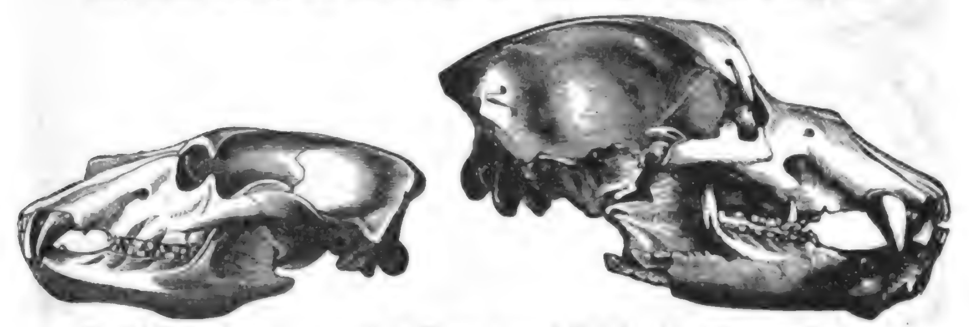


Schädelfragment der Saiga-Antilope (eines noch heute hauptsächlich in Nord-Asien lebenden echten Steppentieres), aufgefunden im Diluvium des Themsethales (England). (Nach C. T. Newton.)

Noch zwei charakteristische Huftiere des nordeuropäischen Diluvium verdienen kurze Erwähnung. Beide ohne Nachfolge aus unsern Landen verschwunden, verkörpern sie doch auffälliger als alle übrigen die beiden Landschaften der Tundra und der Steppe, wie sie abwechselnd der Verlauf der Eiszeit und ihrer Nachwehen schuf. Ein typisches Tier der heutigen nordamerikanischen Tundra ist der langhaarige Schafochse oder Moschusochse (Ovibos moschatus), der Größe nach allerdings ein ochsenartiges Ungetüm, in seinem Bau aber wohl besser den Schafen zuzugesellen. (Vergl. das Bild S. 9.) Als die Gletscher der Eiszeit die heutigen Verhältnisse Grönlands bis nach England und aus deutsche Mittelgebirge trugen, stellte er sich auch bei uns ein und durchtrottete, ein grotesker Geselle fast wie Nashorn und Mammut, weite Strecken Europas. Als die Moossteppe wich, hatte seine Stunde sogleich geschlagen. Dafür fand sich jetzt in der weiten, blumigen Steppe ein nicht minder typisches Steppenhuftier bei uns ein: die Saiga-Antilope (Antilope Saiga). Heute begegnet ihr der Reisende erst in Ost-Europa, jenseits der polnischen Grenze und der Karpathen, von wo sie bis zum Altai geht. Vom ganzen leichtfüßigen Antilopenvolk ist sie eine der plumpsten Gestalten mit dem unbedingt häßlichsten Kopf. Das abgebildete Gehörn beweist, daß sie im Diluvium bis ins Thal der Themse in Süd-England schweifte.

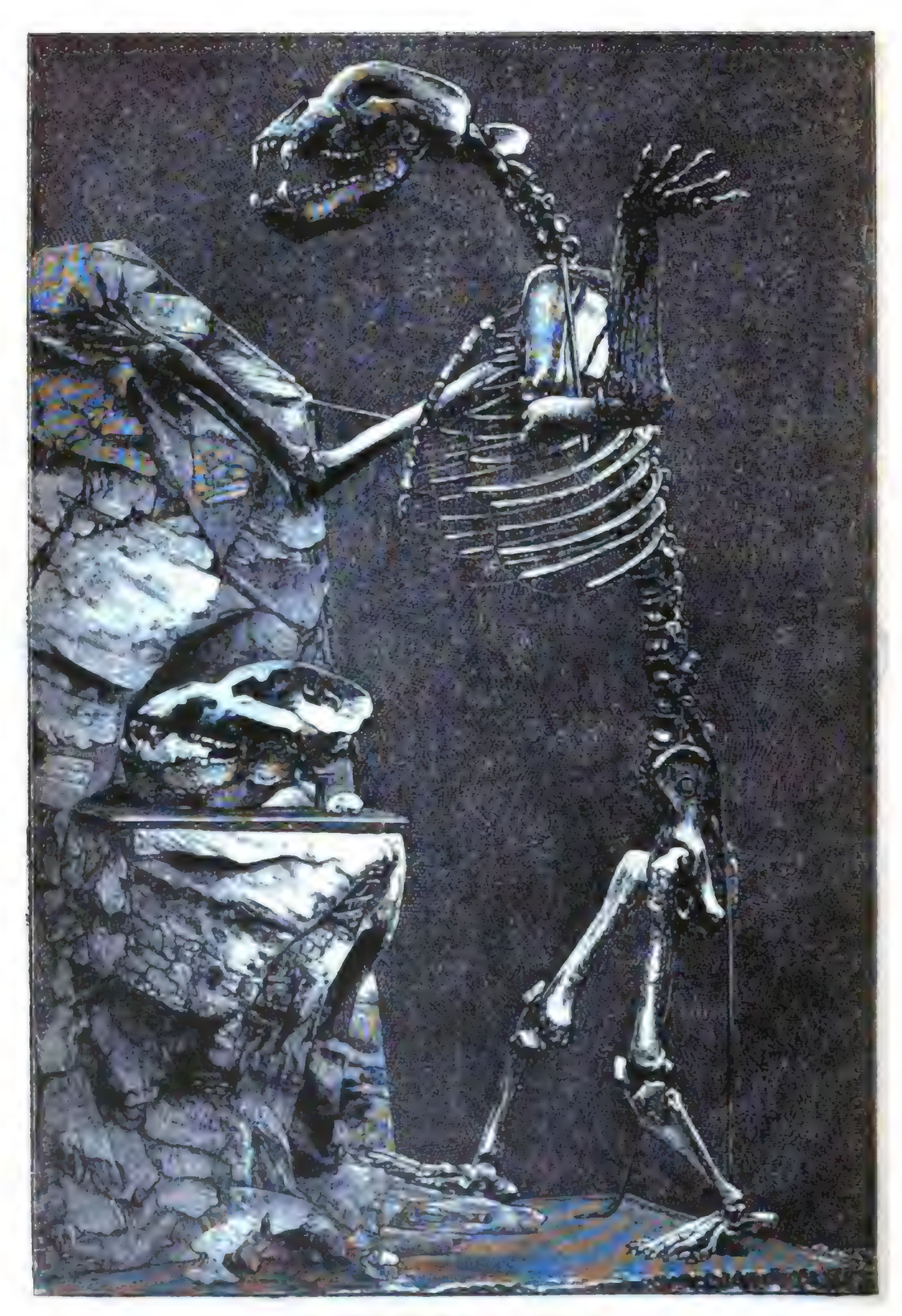
Wo zahlreiche und große Huftiere sich tummeln, da ist die Nähe furchtbarer Fleischfresser fast immer gewiß. Im Tertiär war an solchen

schon kein Mangel. Heute hält sich noch der Eisbär um den Pol in Breiten, wo der Pflanzenwuchs nicht mehr mitkann. Kein Wunder, daß auch die Schrecken der Eiszeit gefährliche Räuber derart vom Bären- und Katzengeschlecht nie ganz aus Europa verjagen konnten. Da ist in erster Linie zu nennen der Höhlenbär (Ursus spelaeus), von allen diluvialen Raubtieren das häufigste, das im Lehmboden mancher Höhlen, die wohl langen Generationen immer neu als Schlupfwinkel gedient haben mögen, in Tausenden von Individuen begraben liegt. Der Höhlenbär wurde größer als alle unsere lebenden Bärenarten, größer als Grizly und Eisbär. Charakteristisch hebt sich sein Schädel mit der hohen Stirn von dem flachen Profil des lebenden Braunbären ab, der übrigens im späteren Diluvium selbst schon Genosse des anderen gewesen sein muß. Nicht so häufig, aber



Der Schädel unseres braunen Bären (Ursus arctos) [links] und der des ausgestorbenen Höhlenbären (Ursus spelaeus) der Diluvialzeit [rechts],
zur Vergleichung nebeneinandergestellt.
Neben den starken Profil-Unterschieden fallen besonders die Unterschiede in der Größe auf, da beide Schädel im gleichen Verhältnis gezeichnet sind (1/8 der natürlichen Größe).

dafür um so überraschender auf deutscher Erde, treten neben die Bären mehrere große Katzen: der Höhlenlöwe (Felis spelaea), kaum verschieden vom lebenden Löwen, ein Panther (Felis pardus), nach den Angaben einzelner Forscher auch der echte Tiger (Felis tigris). Nimmt man hinzu, daß wenigstens im älteren Diluvium auch noch eine jener furchtbaren messerzähnigen Katzen (vergl. S. 699) des Tertiär in England und Frankreich ausdauerte, der Machairodus latidens, so bekommt man einiges Grausen vor dem nächtlichen Treiben der Zeit. Hyänen, die sich in den Raub teilten, den die großen Katzen liegen ließen, und die Nacht durch ihr schauerliches Geheul noch unheimlicher gemacht haben werden, streiften überall umher, die Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), die unserer häßlichen gefleckten Art von heute glich, besonders in England, eine andere der gestreiften verwandte Form, Hyaena prisca, in Frankreich, und andere mehr. Ein kleineres, aber nicht minder jagdlustiges Raubtier der Zeit, das noch bis ins vorige Jahrhundert nach Norddeutschland gelegentlich vor-



Der Höhlenbär (Ursus spelaeus),
aufrecht gestelltes Skelett im Wiener Hofmuseum.

drang, heute aber auch ganz nach Norden gezogen ist, war der **Vielfraß** (**Gulo borealis**). Aber auch zwischen diese reiche Musterkarte wilder Bestien schiebt sich ein mildes Bild: auch aus ihrer Reihe sonderte sich der Mensch damals einen unschätzbaren Freund, den **Hund**. Seine ersten Reste erscheinen in den uralten Menschenansiedelungen der Schweizer Seen, den sogenannten Pfahlbauten, und in gewissen Abfallhaufen (Küchenmüllhaufen, Kjökken-Möddings), die sich, ebenfalls als Spuren des vorgeschichtlichen

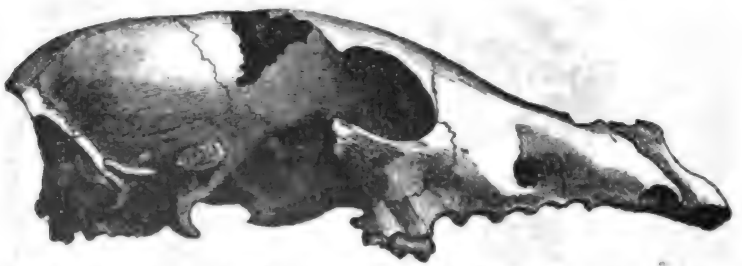


Der Höhlenlöwe (Felis spelaea).

Der Höhlenlöwe, eine unserm heutigen afrikanischen Löwen überaus nahestehende Katzenart, bewohnte zur Diluvialzeit als Zeitgenosse des Mammut und des Höhlenmenschen Mittel- und Süd-Europa. Das hier dargestellte vollständige Skelett stammt aus der Slouper Höhle in Mähren und ziert gegenwärtig die prachtvolle Sammlung des Wiener Hofmuseums.

Menschen, in Dänemark noch erhalten haben. Aus der Art, wie in diesen Müllgruben aus urgrauer Zeit die weggeworfenen Tierknochen der Mahlzeiten charakteristisch benagt und dezimiert sind, hat man wohl mit Recht geschlossen, daß der Hund hier bereits ein ständiger Gesellschafter des Menschen war. Welche der heutigen Rasse freilich die zuerst gezüchtete sei, ist schwer zu sagen. „Eine einheitliche Abstammung der zahllosen jetzt lebenden Rassen des Haushundes ist jedenfalls äußerst unwahrscheinlich; einige derselben sind vermutlich aus verschiedenen Arten von Schakalen, Wölfen und wilden Hunden hervorgegangen und später durch Kreuzung

und Züchtung in der mannigfaltigsten Weise umgebildet worden.“ (Zittel.) Daß grade ein Tier dieser Art sich an den Menschen anschloß, lag nahe genug. Es wird zuerst des eigenen Gewinnes wegen sich gewöhnt haben, regelmäßig den Jägern zu folgen und ihre Speiseplätze, die ihm reichen Abfall boten, zu umschleichen. Von da ist der Schritt nicht weit, daß der Mensch das kleine, harmlose Tier für seine Zwecke direkt heranzog, zum Aufspüren des Wildes auf der Jagd, als nächtlichen Wachtposten vor der Hütte, als willkommenen Abdecker im Kehricht der Wohnstätten, schließlich auch gewiß schon früh als possierlichen Gesellschafter schlechtweg, den die Frauen verhätschelten, mit dem die Kinder ihr Spiel trieben. Gleich dem Pferde nicht zur eigentlichen groben Knechtschaft verdammt, bildete er in seiner immer halb freiwilligen Dienstbarkeit allmählich sein Gehirn an dem



Der Schädel eines Hundes, der in prähistorischer Zeit in Europa weit verbreitet war
(sogenannter Bronzehund, Canis familiaris matris optimae).
Seine heutigen Verwandten sind Schäferhund, Pudel und die größeren Jagdhunde. Dieser Schädel stammt aus den Pfahlbauten des Starnberger Sees, hat also offenbar schon einem gezähmten, mit dem Menschen in seiner Behausung zusammenlebenden Hunde angehört.
(1/2 der natürl. Größe. Nach Jeitteles.)

geistesstarken Herrn, bis jenes wundervolle Tier fertig entwickelt war, das uns heute durch seinen Verstand entzückt und sicher neben dem Pferde die höchste Gemütsdurchbildung erlangt hat, die im Säugerbereich unterhalb des Menschen möglich war.

Ungemein wichtig für die Bestimmung des Wechsels im Diluvialbilde sind auch die Reste sehr kleiner, unscheinbarer Tiere vom Geschlecht der Nager geworden. Obwohl einzeln meist verschwindend winzig, werden Nagetiere durch ihre Massenansiedlung doch oft charakteristisch für ein ganzes Landschaftsbild. So sind heute die Lemminge (Myodes), berühmt durch ihre Wanderungen in großer Zahl, über die ein Heer von Legenden verbreitet ist, typisch für den hohen Norden Europas, Genossen der Rentiere. Wenn wir hören, daß ihre Reste im mitteleuropäischen Diluvium vorkommen, so sehen wir die arktische Fauna, das Tundra-Bild neu bestätigt. Wenn aber Springmäuse, Pfeifhasen, Steppenmurmeltiere, Ziesel und Hamster im Löß uns entgegentreten, deren Eldorado heute die wald-

freie, aber relativ warme Steppe ist, wie sie sich jetzt besonders in Rußland und Asien findet, so eröffnet sich die Perspektive auf die diluviale Steppen-Zeit, deren klarer Nachweis in den hochverdienstlichen Untersuchungen Nehrings wesentlich durch Berücksichtigung dieser kleinen Nager geglückt ist.

Für unsere Zwecke ist es nicht nötig, diese Bilder noch weiter auszumalen. Schließlich lehren sie immer dasselbe. Die Eiszeit mit ihren Nachwirkungen ist überall unverkennbar. Allenthalben reicht der letzte große Wandel der Dinge, den sie auf weiten, grade für die spätere Kultur hochbedeutsamen Gebieten der Nordhalbkugel geschaffen, unmittelbar heran an das, was wir die „historische Zeit", im engen Sinn die „Weltgeschichte", nennen. Wir haben die Dinge im voraufgehenden etwas einseitig verfolgt für die europäische Entwickelung. Aber das Bild würde etwa in Nord-Amerika ein durchaus ähnliches gewesen sein. So mag unsere Betrachtung immerhin hier abschließen. Das Phänomen der Eiszeit ist für uns der letzte große Markstein der Erdgeschichte. Was sich seitdem im Bilde der Erde verändert hat, das ist nicht so sehr zurückzuführen auf neue, großartige Umgestaltungen der Erdoberfläche aus den früher waltenden Kräften heraus, — es ist in erster Linie das Werk des Menschen. In unserm Schlußkapitel werden wir noch einen kurz zusammenfassenden Blick auf dieses wunderbarste Wesen in der Kette der Organismen werfen. Hier seien nur andeutend ein paar Punkte aus dem engeren Bereich der organischen Welt zum Schluß erwähnt, wo besonders deutlich wird, wie der Wandel seit dem Ende der Eiszeit auf Erden vor allem ein Wandel durch die Thätigkeit des Menschen ist. Diese Thätigkeit greift, wie wir gesehen haben, schon in die Diluvialzeit kräftig ein. Aus dem Gewirre wilder Tier- und Pflanzenformen werden einzelne herausgegriffen und als Haustiere, als Feldpflanzen nicht nur geschützt und quantitativ zu einem unverhofften Siege im Daseinskampfe gebracht, sondern auch in der Qualität verbessert. Umgekehrt aber ist die Hand dieses gleichen Menschen eine furchtbare Zuchtrute für eine Unmenge von Organismen, deren Vernichtung ihm irgendwie erwünscht ist.

Interessant ist dabei zu beobachten, wie in sehr vielen Fällen der Mensch, obgleich man seine Handlungen sich unwillkürlich immer ins Licht des Bewußtseins rückt, doch vielfach nur als einfache blinde Macht im Naturhaushalte der Vollstrecker eines gewissen Todesurteils gewesen ist, das ohnehin über eine Anzahl alter, reliquienhafter Tierformen einfach durch den Fortgang der Dinge gefällt war, aber noch vor dem letzten Vollzieher zu zögern schien. Es ist kein Zufall, daß grade eine Menge grotesker, altertümlicher Gestalten der organischen Welt mit unheimlicher Schnelle vor dem Tritt des Menschen zusammengebrochen sind. Die Beispiele sind besonders aus dem Bereich einer Wirbeltierklasse auffällig, die in ihrer Vollendung offenbar älter ist als die der Säugetiere: bei den Vögeln. Wenige Jahrhunderte zurück — und die Erde ist an den ver-

schiedensten Stellen noch belebt von höchst sonderbaren Vögeln altertümlicher Art, die heute sämtlich vertilgt sind.

Nur einer dieser Vögel fällt in das Bereich der großen Wandlungen im Eiszeit-Bereich, und grade ihn hat das Schicksal beinah zuletzt erreicht. Es ist der Riesenalk (Alca impennis), ein schöner, nicht ganz meterlanger Tauchvogel mit verkümmerten Flugwerkzeugen und dem großen, wunderlichen Schnabel der Alken. Bis in den Beginn unseres Jahrhunderts hinein war er den Ansiedlern am nördlichen Eismeer eine vertraute Gestalt. Noch bezeichnet der Name „Geirfuglasker" (Riesenalksklippe) an mehreren Punkten Islands die Klippen, wo er gebrütet. Eine Hauptheimstätte muß auch Neufundland gewesen sein. Ein Stück verflog sich 1790 bis in den Hafen von Kiel, eine Leiche trieb 1830 an die Küste der Normandie.



Ein Beispiel für das Aussterben von Tierarten innerhalb der historischen Zeit:
der Riesenalk (Alca impennis) mit seinem Ei.
Die letzten Exemplare wurden 1844 bei Island erlegt. (Das Bild nach einem noch erhaltenen ausgestopften Exemplar im Berliner Museum.)

Seit 1844 aber ist kein lebender Vogel mehr gesehen worden. Seine letzten Brutstätten sind gestört, die letzten Alten abgeschossen worden. Jäh stehen wir auf einmal vor der Thatsache, daß der merkwürdigste, auffälligste Vogel der Nordmeere nur ein Schattenbild der Vergangenheit sein soll. Es wirkt fast gespenstisch, wenn uns der ausgestopfte Balg, das riesige, gefleckte Ei im Schranke eines Museums (z. B. des Berliner) begegnen und wir uns sagen müssen, daß hier die Kunst des Menschen ein Fossil bewahrt. Und doch war die vorige Generation, die den Geieralk noch lebend jagte, schon

unendlich weit entfernt von dem Geschlechte einfacher Menschen mit niedriger Kultur, die auf deutschem Boden den Vogel noch als eine gewöhnliche Erscheinung begrüßen durften: zahlreiche Skelettreste im nordeuropäischen Torf und in jenen Küchenmüllbergen Dänemarks und Schottlands lehren, daß in den Nachwehen der Eiszeit der große Alk noch regelmäßig an unseren Küsten verkehrte.





Ein Beispiel für das Aussterben von Tierarten innerhalb der historischen Zeit: Zwei zeitgenössische Bilder des taubenartigen Vogels Dronte (*Didus ineptus*), der zwischen 1598 und 1693 auf der Insel Mauritius vom Menschen vollkommen ausgerottet worden ist. Der Dronte war etwa 2½ Fuß hoch und hatte das Gewicht eines fetten Truthahns. Er war vollkommen flug- und schwimmunfähig. Die Färbung war lichtgrau mit gelben Flügel- und Schwanzfedern, der Schnabel gelb mit roter Spitze. Lebende Exemplare kamen im 17. Jahrhundert mehrfach nach Europa und sind uns noch in guten Bildern überliefert. Das obere der hier mitgeteilten zeitgenössischen Bilder (nach Frauenfeld) scheint ein junges, etwas ruppiges Exemplar darzustellen (vielleicht ein Weibchen), während auf dem unteren wohl der ausgewachsene, fette Vogel in voller Federentfaltung erscheint.

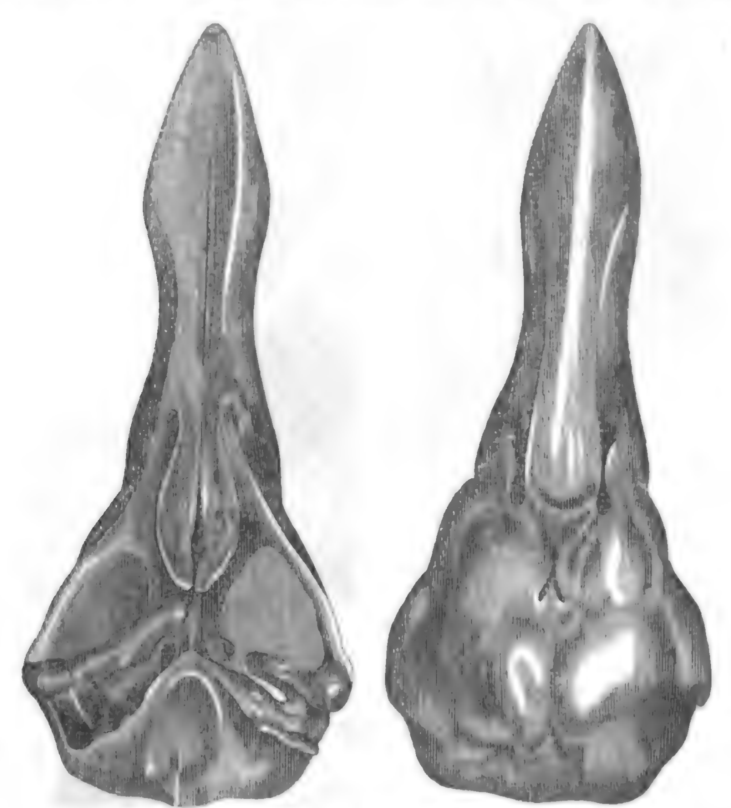
Vom Riesenalk wahrt man die erhaltenen Bälge der Museen mit höchster Sorgfalt. Einem anderen großen Vogel der Vergangenheit ist es nicht einmal vergönnt gewesen, in dieser Form sein Dasein noch etwas verlängern zu dürfen. Der Konservator des Museums zu Oxford, der 1755 einen vom Mottenfraß ergriffenen Balg des Vogels Dronte (Didus ineptus) als wertlos der Vernichtung übergab, genießt in der Geschichte der Zoologie den traurigen Ruhm, das letzte Exemplar eines seltsamen Vogelgeschlechts, das seinesgleichen nicht besaß, der Nachwelt entrückt zu haben. Die Holländer hatten das dicke, flugunfähige, etwa 2½ Fuß hohe Tier 1598 auf der Insel Mauritius entdeckt. Sie verglichen es mit einem



Der Schädel des Vogels Dronte (**Didus ineptus**)
von der Seite gesehen.

fetten Truthahn und freuten sich des willkommenen Proviants, den die Scharen hilfloser Geschöpfe auf einsamer Insel im Weltmeer mühelos lieferten. Man brachte den spaßhaften Gesellen wohl auch gelegentlich lebend mit nach Europa und zeigte ihn in Menagerien. Realistische Maler der Zeit beeiferten sich, die absonderliche Gestalt im Gemälde zu verewigen. Inzwischen schmolz aber das Häuflein auf dem engen Inselraum zusehends zusammen. 1693 war die lebendige Proviantkammer bereits endgiltig erschöpft, der Dronte hatte aufgehört zu existieren. Erst als auch der letzte Balg verloren und kaum noch ein paar Knochen übrig waren, begann in der Wissenschaft der große Disput, was man denn hier eigentlich für eine Vogelform vor sich gehabt habe. Heute stellt man den Dronte gewöhnlich zu den Tauben, ob mit vollem Recht, ist noch immer zweifelhaft. Ganz allmählich hat man dann auch aus Knochenresten und alten Erzählungen herausgebracht, daß diese Riesentaube nicht das einzige Opfer auf jenen

Inseln war. Ihr Los teilte auf andern Maskarenen-Inseln in der Nähe, Bourbon und Rodriguez, der verwandte, aber noch größere Solitär (Pezophaps). Es teilte es ein geheimnisvoller Sumpfvogel von Rodriguez, dessen Bild wir nur noch besitzen, das Rothuhn (Aphanapteryx). Auch ein Star dieser Erdgegend (von Réunion), der Fregilupus varius,



Der Schädel des Vogels Dronte (Didus ineptus)
von oben und unten gesehen.

ist seit 1858 nicht mehr lebend gesehen worden, während ein ausgestopftes Exemplar noch jetzt im Britischen Museum steht.

Unerbittlich fegt hier die Hand des Kulturmenschen durch die Fauna ganzer Inselgebiete, allerdings eine Fauna, die offenbar bereits von selbst auf dem Aussterbeetat stand. Ein Schritt weiter und wir befinden uns bei Madagaskar auf dem Gräberfeld eines ähnlichen Vernichtungskampfes, den aber der wilde, ortsansässige Mensch schon allein ausgefochten, lange ehe ein Europäer das Innere dieser riesigen Insel besucht. Die ganze



Ein Beispiel für das Aussterben von Tierarten innerhalb der historischen Zeit:
das einzige noch ausgestopft erhaltene Exemplar des Fregilupus varius
eines Staarvogels von der Insel Réunion.

1658 wurde das Tier zuerst von Flacourt beschrieben. Seit 1858 ist es lebend nicht mehr gesehen worden, nur dieses eine Exemplar findet sich noch ausgestopft im naturhistorischen Museum zu London. Der Vogel mißt 21 cm, die Farbe ist weißlichgrau und rußbraun, Bürzel und Schwanz rostrot; auf dem Kopf steht eine weiße Haube, die an den Wiedehopf erinnert.
(Nach einer Photographie.)

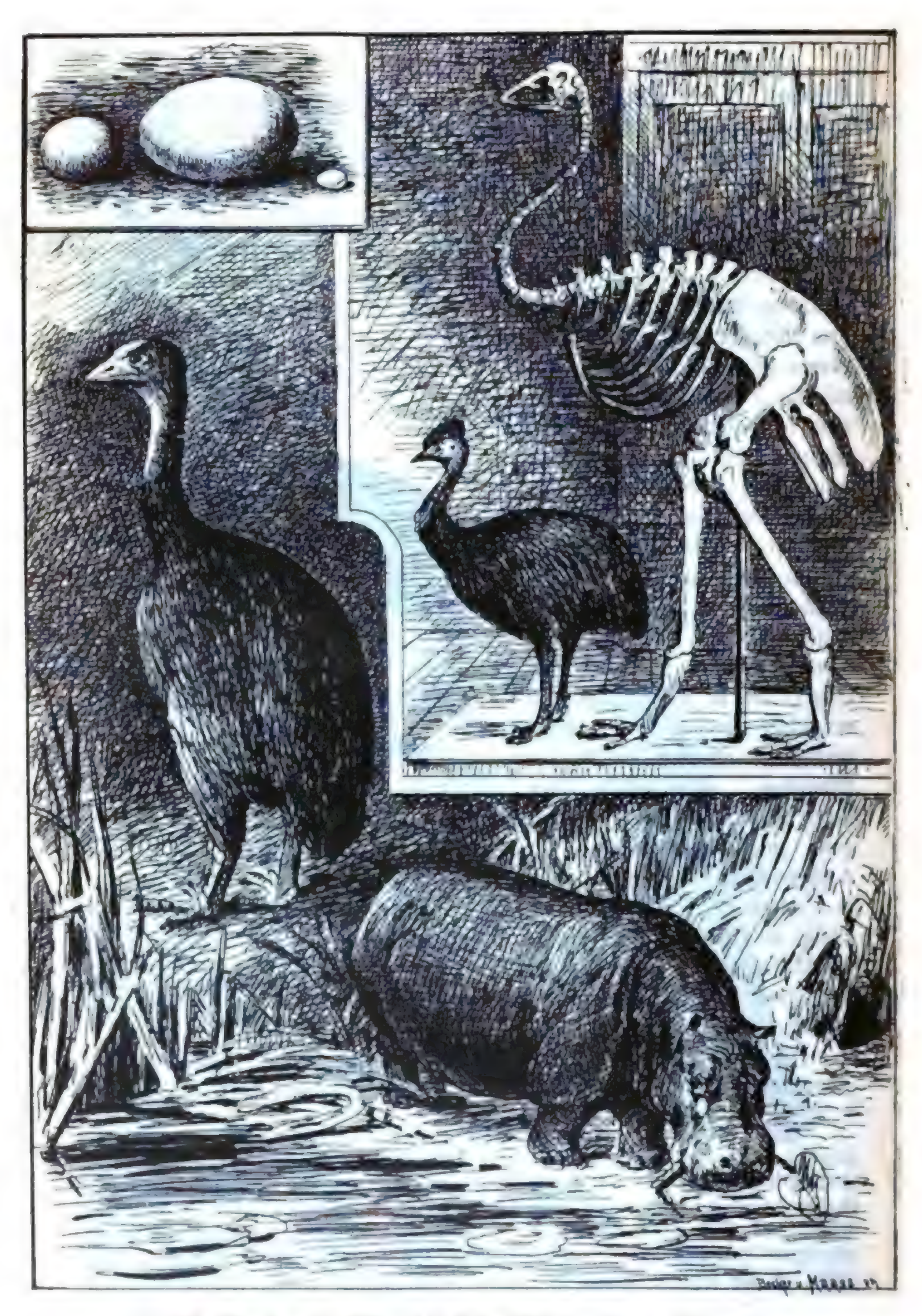
Tierwelt Madagaskars hat einen altertümlichen Zug. Hier hausen als ihrem letzten guten Asyl zahlreiche Halbaffen, darunter der rätselhafteste von allen, das Fingertier (Chiromys). Hier haben im abgelegenen Versteck sich erhalten gewisse primitive Insektenfresser, die Borstenigel, und aus den alten Mischformen des Raubtiergeschlechts die Frettkatze (Cryptoprocta). Die Kenntnis dieser wertvollen und lehrreichen Säuger verdankt man erst der neueren Zeit. Seit alters aber spinnt sich um das geheimnisreiche Land der Ruf von riesenhaften Vögeln, die das Innere bergen sollte. Aus dem Röhricht entlegener Sümpfe kamen Eier in Umlauf, größer als alle je von Vögeln bekannten, von der dreifachen Größe der Straußeneier. Es schien Hoffnung, daß das Ungetüm, das dazu gehörte, noch leben könnte. In neuester Zeit ist der Schleier endlich gelöst worden. Aber es zeigten sich nur mehr Knochenhügel mit den Gerippen einer ganzen Anzahl straußenartiger Vögel, die in sehr junger Zeit vernichtet worden sein müssen, vernichtet offenbar durch den Menschen. Die größte Art, deren Skelett man jetzt in Paris ganz zusammengesetzt hat, der **Aepyornis ingens**, mißt in normaler Stellung drei Meter an Höhe, die Oberschenkel übertreffen um zehn Centimeter die eines starken Ochsen an Dicke.*)



Ein Beispiel für das Aussterben von Tierarten innerhalb der historischen Zeit:
das Rothuhn (Aphanapteryx imperialis), ein wahrscheinlich zu den Rallen oder Sumpfhühnern gehöriger Vogel von der Insel Rodriguez (Maskarenen), der zugleich mit dem Dronte (vergl. S. 767) ausgerottet wurde. Das Bild ist nach einem seiner Zeit lebend nach Europa gebrachten, aber heute längst verlorenen Exemplar angefertigt. (Nach G. Ritter von Frauenfeld.)

In derselben radikalen Weise wie auf Madagaskar haben die Eingeborenen auf **Neu-Seeland** ihre Insel gesäubert von solchen gigantischen

*) Die umstehend gebotenen **Bilder des Riesenvogels von Madagaskar** (Aepyornis ingens) sind zum Teil nach Skizzen aus der französischen Zeitschrift „La nature“ (30. Juni 1894) entworfen. Links oben sieht man das Ei des Aepyornis in der Mitte zwischen einem Straußenei und einem Hühnerei. Rechts steht das ganze Skelett des Vogels, wie es Milne-Edwards in Paris restauriert hat, daneben zur Vergleichung ein ausgewachsener Kasuar. Ganz unten ist der lebende Vogel in seinem mutmaßlichen Umriß rekonstruiert, vor ihm ein kleines Nilpferd einer heute auch ausgestorbenen Art aus den Sümpfen Madagaskars, an deren Ufern die Riesenvögel hausten.



Skelett, Ei und mutmaßliche Gestalt des Riesenvogels von Madagaskar
(Aepyornis ingens).

Straußvögeln, den sogenannten Moas (Dinornis, Palapteryx). Als Cook im vorigen Jahrhundert dort landete, erschien am Strande ein riesenhafter Vogel. Die späteren Ansiedler konnten nichts mehr der Art entdecken. Erst bei sorgsamer Ausbeutung der Höhlen des Landes kamen, stellenweise in zahlloser Menge, die Skelette und Eier auch hier zu Tage, Skelette bis zu 3½ m hoch, zum Teil mit wahren Elefantenbeinen. Das Drama dieser Moas ist etwas durchsichtiger als das des Äpyornis. Der Volksstamm der Maoris, der Neu-Seeland beherrschte, als die Europäer das Land auffanden, scheint selbst erst in relativ junger Zeit die Insel besiedelt zu haben. Bei seiner Ankunft wimmelte das Land von Moas. Schwerfällig und flugunfähig, wie sie waren, wurden sie dem kriegerischen Stamme leicht zur Beute, und auf dem von Säugern fast völlig entblößten Terrain boten sie ihm eine Spanne Zeit hindurch die einzige ergiebige Nahrungsquelle. Dieser systematische Vernichtungskampf nahm sein natürliches Ende erst mit dem Tode des letzten Moa, worauf die Maoris der Menschenfresserei verfallen sind. So ist der Verlauf der Dinge wenigstens von Hochstetter, dem großen Erforscher Neu-Seelands, gedeutet worden, — ein gewaltiges Drama gewiß, wenn es der Wahrheit ganz entspricht.

Es geschieht nicht ohne Absicht, daß ich meine Darstellung mit diesen gedrängten Bildern tierischen Verfalls auf der Erde beschließe. Sie zeigen uns den Gang der Dinge in wildem Fluß. Allerdings hier in negativem Sinne. Das Positive ergiebt sich aber daneben von selbst. Giebt es einen positiveren Faktor als diesen Menschen, der ganze Tiergeschlechter, die Tradition von Jahrhunderttausenden, wegfegt, dafür aber bis auf jene einsamen Inseln des Weltmeers die Erde in ein neues, verjüngtes Gewand hüllt, das seinen Zwecken entspricht? Man hat oft die naive Frage gestellt, warum nicht heute noch unter unsern Augen beständig neue Tier- und Pflanzenarten sich entwickeln, Eidechsen zu Vögeln, Affen zu Menschen werden. Diese Frager übersehen, wie kurz die Spanne Zeit ist, die der Mensch erst auf Erden als seine Geschichte überblickt. Sie zerschwindet zu einem Moment gegenüber der Zeit, die der langsame Naturprozeß von jeher gebraucht hat, um mit seinen Mitteln die Entwickelung des Organischen auch nur um eine winzige Stufe weiterzutreiben. Aber still gestanden hat die irdische Welt darum lange nicht in der Frist seit Auftauchen des Menschen, wenn auch jener müßigen Neugier, die gern in ein paar Jahrtausenden die langsame Wühlarbeit von Jahrmillionen überstürzt sähe, um an Entwickelung „glauben“ zu können, keine Befriedigung dabei wird. Jene grellen Beispiele des Verfalls sollten uns allein schon die Augen öffnen für die hohe Wahrscheinlichkeit, daß auch die positive Seite weitergeht. Braucht es doch zu ihr schließlich keines anderen Belegs, als daß der Mensch selber vorwärts schreitet. Wenn er auch nicht im alten, mißverständlichen Sinne als das „Ziel“ der kosmischen Entwickelung

anzusehen sein wird, so ist doch für die organische Entwickelung auf der Erde so viel sicher, daß er sie fortan gewissermaßen in sich aufgenommen hat, sie verkörpert. Seine Entwickelung ist für die absehbare Folge zugleich ihr Fortschritt, — sein Weg der einzige aufwärts, der auf der Erde gegeben ist. Bei der unwiderstehlichen Gewalt, die der Mensch von Tag zu Tag deutlicher über die ganze übrige organische Welt gewinnt, ist es heute schon einigermaßen unwahrscheinlich, daß die langsame Artenbildung, wie sie in der unbeschränkten Natur stattfindet, irgendwie Schritt halten sollte mit dem Siegeslauf menschlicher Kultivierungsversuche, mit der „künstlichen Zuchtwahl" des Menschen. Es ist bezeichnend genug, daß der Kulturmensch zu dieser Stunde bereits einen lebhafteren und wichtigeren Streit führt mit Organismen niedrigster Art, wie den krankheitserregenden Bacillen, als mit Tiger, Haifisch oder Klapperschlange. Letztere verschwinden ganz von selbst mit der Kultur oder gehen über in die Kultur. Die Erde wird ein Reich des Menschen werden, sie wird nur beherbergen, nur weitertreiben, was er will. Darum bleibt sie doch Natur. Denn auch der Mensch ist ein Stück der Natur. Doch davon in einem Schlußkapitel, das uns noch einmal verständigen soll über die Wurzeln dieses denkwürdigsten Zweiges am organischen Stamm.





Der Mensch.

Es giebt keinen Moment in der Entwickelungsgeschichte des Naturganzen, der sich an geheimnisvollem Zauber messen könnte mit dem, da in schwacher, kaum erkennbarer Spur zuerst die Anwesenheit des Menschen sich auf der Erde verrät. Wenn der Astronom im fernen, matt glänzenden Nebel des dunklen Weltraums uns den Keim eines werdenden Sternsystems weist, so ist es die Größe des Bildes, die uns unter dem Schauer des Erhabenen erzittern läßt, — aber das Bild ist zugleich fast zu groß, um ganz zum vollkommenen Eindruck sich in uns zu gestalten. Wenn der Geologe auf einer uralten Steinplatte der kambrischen Zeit die Fährte uns zeigt, die ein unvollkommenes Wesen in der Morgenröte organischer Entwickelung in den einstmals weichen Ufersand eines längst verschollenen Meeres eingeprägt — so ist der Ruf schon vertrauter, der uns vage da entgegenzittert, denn die Stimme des Lebens spricht zu uns, dem wir selber uns noch angehörig fühlen. Aber indem unser Blick weiter schweift über die Fülle verworrener Gebilde, die Land und Wasser Jahrmillionen hindurch belebt haben und wieder verschwunden sind, ergreift uns auch hier ein Bangen der Einsamkeit, diese wilden Träume der Erdgeschichte füllen unser Inneres nicht ganz, — es fehlt uns in ihnen noch die gleichzeitige empfangende Seele, in die wir uns ganz hineinversetzen könnten, um das Bild aus dem Innern heraus mitzugenießen.

Da auf einmal wandelt sich die Scene. Wir graben den Knochen eines Mammut aus der Erde und finden in ihm eine Pfeilspitze, die es zu seinen Lebzeiten verwundet hat. Wir heben den Panzer eines Glyptodon aus dem Lehm und gewahren unter ihm die Spuren einer künstlichen Feuerstätte. Wir mustern genauer einen Feuerstein aus uralter Schicht, und er ist zugespitzt, zurecht geschlagen, in ein Werkzeug verwandelt durch intelligente Arbeit. Und auf einmal ist uns klar, daß ein Ungeheures sich vollzogen, daß der Zeiger des Schicksals auf einer Schöpfungsstunde steht, gegen die genommen alles Frühere denn doch weit zurücktreten muß. Der Mensch ist geboren.

Jubelnd möchte man sich heranstürzen. Aus tiefstem Herzen möchte man den Hauch dieser Weihestunde in sich aufnehmen. Jeden kleinsten Umstand will man wissen, um nicht das Geringste einzubüßen im Genuß dieses grandiosen Falls. In welchem Lande, in welcher Epoche genau, im Banne welcher Gesetze, als Blüte welchen Stammes entstand der Mensch? Aber indem eben diese lebhafte Anteilnahme geweckt, die Spannung aufs höchste erregt ist, scheint es, als schiebe sich eine Wolke vor. Die paar Spuren, die sich von einer frühen, aller Geschichtstradition weit voraufeilenden Thätigkeit des Menschen auf der Erde zeigten, bleiben vereinzelt, ja werden zum Teil durch nachhinkenden Zweifel wieder undeutlich gemacht. Weiteres, das dem berechtigten Wunsche irgendwie entsprechen könnte, tritt scheinbar nirgendwo hinzu. Eine ungeheure Kluft ohne sichtbare Überleitung trennt das Spärliche von der Völkerkultur, wie sie von einem bestimmten späteren Moment an auf einmal in übergrellem Lichte sich herandrängt, — eine noch weitere öffnet sich rückwärts, wenn wir uns gestehen müssen, daß diese prähistorischen Kulturreste der Mammutzeit unmöglich genau den Anfang der Menschheit bezeichnen können, sondern bereits eine gewisse Entwickelungshöhe verkörpern. Dem begeisterten Frager sinkt der Mut, und ihm ist, als entschwinde ihm nun doch der Traum von einer Lösung des Vorganges der Menschwerdung unter den Händen zum ewig unfaßbaren Geheimnis.

Hier ist denn der Moment gekommen, wo der Naturforscher mit Ernst auf gewisse große Resultate hinweisen darf, die sich als Facit aus einer Gesamtbetrachtung der Naturentwickelung, wie sie im Umriß auch auf den voraufgehenden Blättern versucht wurde, ergeben. Aus dieser Betrachtung heraus wird zunächst allgemein in einem hohen Grade wahrscheinlich, daß der Mensch ein Produkt derselben großen Entwickelungslinie sei, die wir vom Nebelfleck bis zu den Mammuten der Diluvialzeit als so einheitlich geschlossene Kette ergründen konnten. Wir sehen ihn, wie er zeitlich und räumlich begrenzt auf der Erde auftritt, gekettet schon durch sein Festhaften an dieser Erde infolge des Gravitationsgesetzes an die entscheidenden Gesetze des Planetensystems, durch seine Ernährung aufs engste verbunden mit den Stoffen dieser Erde, in seinem Wärmebedürfnis unabänderlich abhängig von den Temperaturverhältnissen der Erdoberfläche,

reagierend durch sein schönstes Organ, das Auge, auf eine Bewegungsform, das Licht, die wir von den entferntesten Sternen und Nebelflecken ebenso ausstrahlen sehen wie von unserer nahen Sonne, kurz in zahllosen Punkten ein Glied des Kosmos. Wenn es je einen guten Wahrscheinlichkeitsschluß gegeben hat, ist es der, daß auch er in der Entwickelungsgeschichte dieses Kosmos seine ganz bestimmte Rolle spiele wie alle andern Teile der sichtbaren Welt. Sobald wir das allgemein aber auch nur als wahrscheinlich zugeben, so wird ein Zweites innerhalb des Rahmens dieser Wahrscheinlichkeit ganz unwiderleglich sicher: daß nämlich der Ursprung des Menschen, als natürliche Entwickelung gedacht, auch alle den Dunkelheiten und Schwierigkeiten unterliegen muß, die uns bei dem Versuch einer Detailschilderung des Entwickelungsganges der Natur bisher so aufdringlich merkbar geworden sind. Wir haben gehört, daß überaus wichtige Punkte selbst der uns nächsten Erdgeschichte vorläufig sich noch in keiner Weise klar auseinanderlegen lassen, z. B. die Uranfänge des Lebens, die früheste Entstehung der Wirbeltiere, das Klima der Steinkohlen-Zeit, die Ursachen der Eiszeit und andere mehr. Keinerlei Garantie allgemeiner Natur besteht, daß grade die Anfänge des Menschen uns in klaren, unzweideutigen Überlieferungen erhalten sein sollten. Nehmen wir einmal an, der Mensch tauche zuerst in Süd-Amerika zwischen Megatherium und Toxodon auf. Über Vorfahren, Urheimat, Abstammungsverhältnisse hinsichtlich des großen Säugerstammbaums der Megatherien und Toxodontier wissen wir zur Zeit absolut nichts, — ihre Vorgeschichte verliert sich von einer bestimmten Ecke ab wahrscheinlich gegen den Südpol hin in Gegenden, wo heute Eis und Wasser das Terrain noch für jegliche Forschung unzugänglich gehalten haben. Warum sollten wir in diesem Falle vom Menschenursprung mehr erfahren als von dem des Megatheriums? Nehmen wir einmal ebenso allgemein an, der Mensch stamme von irgend einem der uns bekannten tertiären Menschenaffen wie Dryopithecus ab. Kennen wir die unmittelbaren Ahnen des Dryopithecus, die ihn mit den niedrigeren Affen, Halbaffen oder Pachylemuriden verbinden? Nein. Wir haben nur allgemeine Vermutungen über diese Genealogie der tertiären Affen, wie S. 706 des näheren ausgeführt ist. Warum sollen wir nun grade zwischen Dryopithecus und Mensch notwendig das große Los ziehen und hier die Zwischenglieder besitzen?

Ich denke, der Leser sieht, wohin das im ganzen zielt, ohne daß ich es weiter auszuführen brauche. Beschneiden wir den allzu hochfliegenden Hoffnungen und Wünschen in diesem Sinne aber etwas die Flügel, so ist thatsächlich das Material gar nicht so gering, das schon heute über den Ursprung des Menschen vorliegt. Bloß daß es eben, wie das meiste entwickelungsgeschichtliche Material, zum Teil gewissen theoretischen Betrachtungen und Analogien verdankt wird und auf einem indirekten

Wege gewonnen ist, — einem Wege, der übrigens alles eher als unwissenschaftlich ist.

Es ist ein Irrtum, wenn in Laienkreisen vielfach angenommen wird, die Abstammung des Menschen von niederen, tierischen Formen sei so lange eine unbewiesene und unbeweisbare Hypothese, wie Knochen einer direkten Übergangsform etwa vom Affen zum Menschen nicht irgendwo auf der Erde nachgewiesen wären. Die „Affentheorie“, die einst Karl Vogt in seiner lebendigen Darstellung so weiten Kreisen als einer der ersten vortrug, die in tiefen und grundlegenden Werken von Darwin, Huxley, Häckel u. a. wissenschaftlich ausgebaut wurde: sie ist längst in einer unanfechtbaren Weise gestützt, auch ohne daß wir jene paläontologischen Dokumente bereits in Händen hätten. Jene großen Beweislinien für eine natürliche Entwickelung innerhalb der organischen Welt, die im dritten Kapitel dieses Bandes im Umriß vorgeführt wurden, sind nicht erfunden zum Zweck einer Beweisführung hinsichtlich der Menschwerdung, sondern sie stützen sich, wie dort gezeigt ist, auf eine Anzahl ganz unabhängiger Thatsachen aus dem Gesamtbereich des Organischen. Einmal selbständig bewiesen, wie sie sind, finden sie aber Anwendung auch bei dem Menschen als Einzelfall, und mit ihnen fällt Licht genug über das große Problem, um allerdings auch hier bereits von einer Lösung, einer Beweisführung zu sprechen.

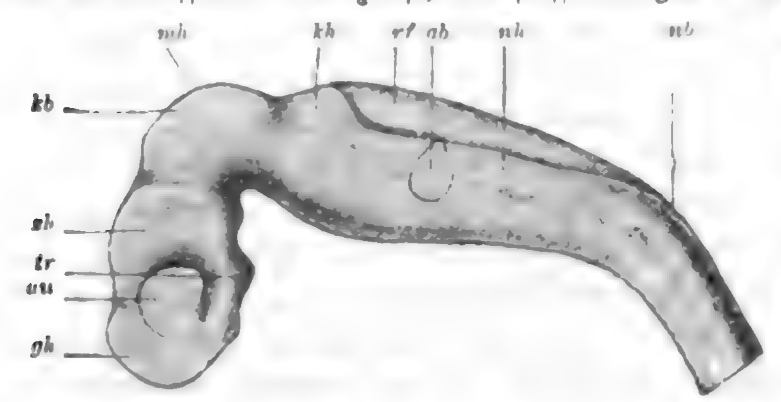


Karl Vogt.

Man verlangt Knochen, auf die man die Hände legen kann, um zu glauben. Nun, diese Knochen brauchen nicht aus tertiären oder diluvialen Erdschichten erst ausgegraben zu werden. Sie stehen uns vor Augen im Skelett des Menschen selbst von heute. Der alte Linné, der gewiß nicht im Verdacht steht, zu Gunsten einer den Menschen herabdrückenden Lehre die Thatsachen zu fälschen, wußte sehr wohl, was er that, als er

Mensch und Affe in seinem System skrupellos vereinigte. Das Skelett des Menschen ist ausgesprochen das Skelett eines Wirbeltiers, unter den Wirbeltieren das eines Säugetiers, unter den Säugern das eines Tieres, als dessen allernächste Verwandte nur die Affen angesehen werden können, und zwar im engeren Sinne die sogenannten Menschenaffen (Gorilla, Schimpanse, Orang-Utan und Gibbon). Über diese Einordnung kann ein Zweifel schlechterdings nicht obwalten. Natürlich ist das Menschenskelett nicht identisch mit einem auch dieser nächsten Affenskelette. Es vertritt einen sehr scharf ausgeprägten Sondertypus, dessen beide charakteristischsten Eigenschaften in dem aufrechten Gang auf den Hinterfüßen und in der eigentümlichen Gestaltung des Schädels, der einem enorm entwickelten Gehirn als Schale dient, bestehen. Huxley hat aber schon vor nunmehr über dreißig Jahren in überzeugender Weise dargelegt, daß selbst der Unterschied zwischen der Zweihändigkeit des Menschen und der Vierhändigkeit des Affen kein fundamentaler ist und daß bei dem Blick auf die Gesamtmerkmale des Skelettes einschließlich Fuß- und Schädelbildung der Unterschied zwischen Mensch und Affe weit geringer ist als etwa der zwischen Affe und Halbaffe. Was vom Skelett gilt, trifft aber auch den übrigen Leibesbau. Vergeblich hat man gewisse einschneidende Unterschiede im Grundriß des Gehirns zwischen Mensch und Affe zu finden geglaubt: immer wieder ist als Facit besonnener Forschung klar geworden, daß auch das menschliche Gehirn nur durch die größere Zahl der Windungen, also die größere Specialisierung, und die größere Masse im Verhältnis zum Körpergewicht seinen Vorrang wahre, also lediglich einen Unterschied des Grades, nicht der Art gegenüber dem Affengehirn darstelle. Kaum erwähnt zu werden braucht, wie jene durchgreifenden Merkmale des Säugetiers, die wir in den früheren Kapiteln einzeln besprochen haben, die Art beispielsweise, wie das Herz gebaut ist, die ausschließliche Lungenatmung und so vieles mehr, durchaus auch beim Menschen entwickelt sind. Bei seiner Fortpflanzung sehen wir durch die Art, wie das Kind sich nicht in einem frei abgelegten, dotterreichen Ei, sondern im Mutterleibe selbst fertig ausbildet und eine sogenannte Placenta (vergl. S. 623) dabei zu seiner Ernährung benutzt, einen Anschluß im engeren Sinne an die höheren Säuger, die sogenannten Placentaltiere, und die Details der Placentabildung verraten auch hier noch wieder (nach neueren, hochwichtigen Untersuchungen von Selenka) eine engste Verwandtschaft allein mit den Menschenaffen (Orang-Utan). Die Ausgestaltung des menschlichen Embryo im Mutterleibe erfolgt dabei in einer Weise, die alle jene interessanten Rückschlüsse erlaubt, die im Sinne des früher entwickelten biogenetischen Grundgesetzes (vergl. S. 210) bei der Keimesgeschichte der höheren Wirbeltiere auch sonst möglich sind. Wir sehen die Zeugung zu stande kommen durch die Vermischung zweier

Zellen, der Samenzelle und der Eizelle. Indem beide zu einer Zelle sich vereinigen, von der das neue, vielzellige Wesen seinen Ausgang nimmt, rekonstituiert sich vorübergehend jener Urzustand des einzelligen Urwesens, von dem die ganze höhere, vielzellige Lebewelt geschichtlich ausgegangen ist. Die weitere Bildung des Keimes erfolgt dann in jener gleichen Stufenleiter immer vollkommenerer Formen, die wir bei jedem beliebigen Säugetier beobachten und in der wohl mit Recht eine flüchtige Wiedergabe der wirklichen historischen Ahnenkette gesehen wird. Früher schon, auf S. 100, sind zwei Embryonen des Menschen abgebildet, die in dem unverkennbaren Besitz von Kiemenspalten am Halse, der flossenartigen Anlage der Gliedmaßen und dem deutlich vorspringenden Schwanz einen sichtlich niedrigen, amphibienartigen Typus vorführen, wie er beim Menschen ebenso wie bei sämtlichen höheren Wirbeltieren in überraschender Gleichartigkeit einmal im Embryonalleben auftritt und unzweideutig auf alte, amphibienähnliche, kiemenatmende Ahnen aus dem niederen Wirbeltierbereich hindeutet. Das Gehirn, beim erwachsenen Menschen so durch seine Größe und durch den Reichtum seiner Windungen ausgezeichnet, zeigt sich bei dieser Embryonalentwickelung auch eine Weile in vollkommen tierischer Form, ja zu Anfang so primitiv, wie es bei den niedrigsten Wirbeltieren, den Fischen, zeitlebens bestehen bleibt. Noch im Anfang des achten Monats, da der übrige Körper schon durchaus menschlich gebildet ist, fehlen dem Gehirn fast ganz die charakteristischen Windungen, so daß es in dieser Hinsicht beinahe der Ahnenstufe der Ursäuger (Schnabeltiere) noch entspricht. Noch unmittelbar vor der Geburt bedeckt den Embryo des später nackten Menschen ein eigentümlicher weicher Haarpelz (Lanugo), der charakteristischerweise nur die Handflächen und Fußsohlen frei läßt: ein deutlicher Fingerzeig, daß es sich auch hier um eine Wiederholung alter, tierischer Behaarung handelt, die den Ahnen des Menschen einst zukam. Gelegentlich, bei den sogenannten Haarmenschen, ist (vergl. das Bild S. 105) dieses befremdende Naturkleid als zeitlebens bestehend beobachtet worden. Solche Rudimente des tieferen Tierreichs weist überhaupt nicht bloß der



Das Gehirn des Menschen in der dritten Woche seiner Entwickelung im Mutterleibe.

(Nach His.)

Die Buchstaben bedeuten: *gh* Großhirnblase, *zh* Zwischenhirnblase, *mh* Mittelhirnblase, *kh* und *nh* Kleinhirnblase, *au* Augenblase, *gb* Gehörbläschen, *tr* Trichter, *rf* Rautenfeld, *nb* Nackenbeuge, *kb* Kopfbeuge. Wie man sieht, ist von der gewaltigen Entwickelung des Großhirns, die den fertigen Menschen so auszeichnet, noch gar nichts zu merken, das Gehirn zeigt eher eine Anordnung wie beim fertigen Fisch.

Embryo auf, — auch der erwachsene Mensch verrät in allerlei Bildungen dieser Art seine tierische Herkunft. Ein solches Rudiment sind die am Skelett noch deutlich erkennbaren *Schwanzwirbel* des Menschen, an denen man sogar noch kleine Muskeln zur Bewegung findet, obwohl sie überhaupt nicht mehr äußerlich als Schwanz vortreten. Andere Rudimente sind die *Muskeln zur Bewegung der äußeren Ohrmuschel*, die bei manchen Menschen noch in Thätigkeit gebracht werden können, im allgemeinen aber heute nutz- und zwecklos sind; ferner eine kleine Erhöhung der Innenseite des äußersten Ohrrandes, die ein Erbe früherer *Spitzohrigkeit* zu sein scheint; der sogenannte *Wurmfortsatz des Blinddarms*, der bei gewissen pflanzenfressenden Säugern (z. B. Beuteltieren) eine wichtige Rolle spielt, beim Menschen aber nicht nur zwecklos, sondern (als Erreger der bekannten bösen Entzündungen beim Eindringen von Kirschkernen und ähnlichem) sogar gefährlich ist; und ähnliches mehr.

Die Fülle der Argumente, die sich von diesem Boden aus, gewissermaßen vom lebenden Menschen selbst, ablesen lassen, ist eine so erdrückende, daß man mit keinem Mittel an dem Schluß vorbeikommt, der Mensch *müsse* geschichtlich aus dem Tier hervorgegangen sein, und zwar aus dem Stamm der Säugetiere, enger aus der Nähe der Affen. Natürlich ist es deshalb immer noch eine *verständliche* Forderung, ob sich nicht auch schon aus der vorhandenen paläontologischen Überlieferung das Wie und Wo etwas näher begründen ließe.

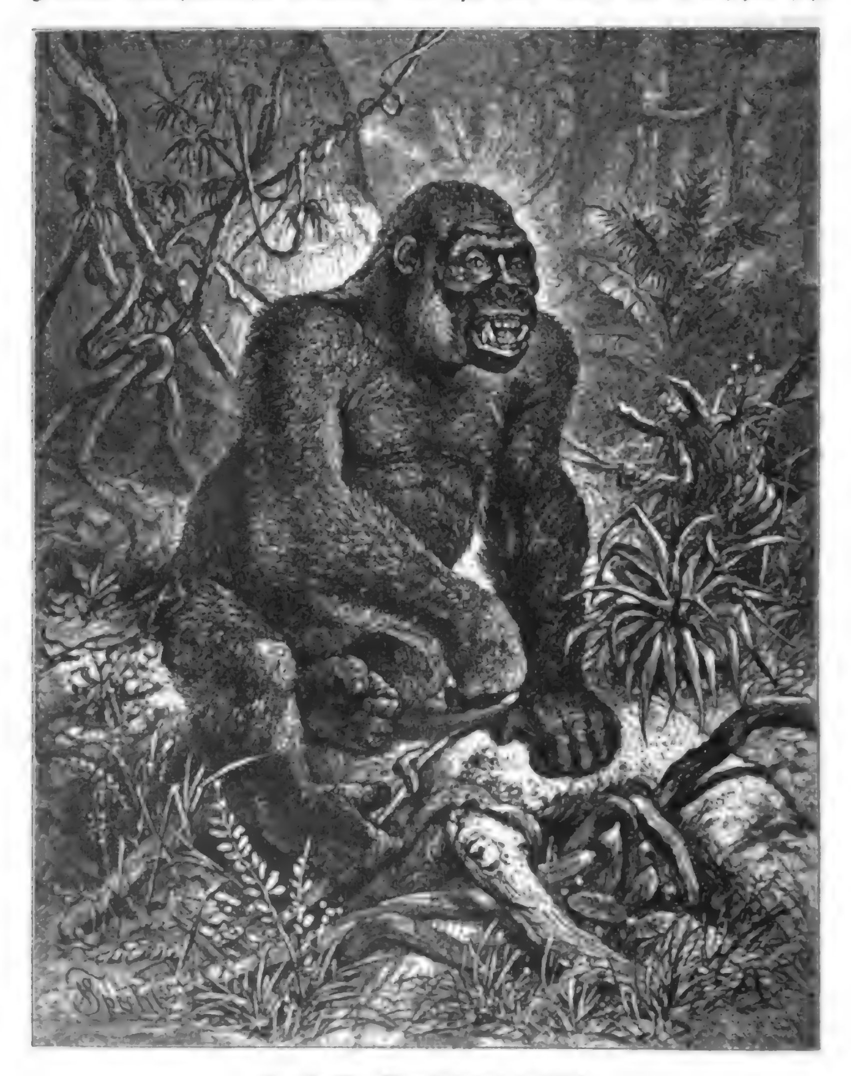
Das Gehirn des Menschen im Mutterleibe zu Anfang des achten Monats.

(Nach Michalkovics.)

Von den zahlreichen Windungen, die das fertige menschliche Gehirn auszeichnen, sieht man erst die wichtigsten eben angelegt (*cf* Centralfurche, *vcw*, *hcw* vordere und hintere Centralwindung, *fo* Fissura occipitalis). Je tiefer man in der Reihe der Säugetiere herabsteigt, desto glatter wird die Hirnrinde, bis sie endlich bei den Schnabeltieren und einigen Insektenfressern und Nagern völlig glatt erscheint. Auf dieser Stufe entspricht das Hirn des menschlichen Embryo also dem fertigen eines noch ziemlich tief stehenden Säugers, — auf einer noch früheren ist es völlig glatt, wie beim Schnabeltier.

Die Säugetiere waren, wie wir gesehen haben, im mittleren Tertiär schon so gut wie fertig. Im Miocän schon treten echte Menschenaffen (Dryopithecus und Pliopithecus) bei uns in Europa auf. Sucht man, worauf alle anatomischen und embryologischen Thatsachen hinweisen, die Stelle, wo der Mensch sich vom Stammbaum der Säugetiere abgezweigt hat, in nächster Nähe der Menschenaffen, so muß dieser paläontologische Fund überaus wichtig erscheinen. Die heute lebenden höchsten Menschen-

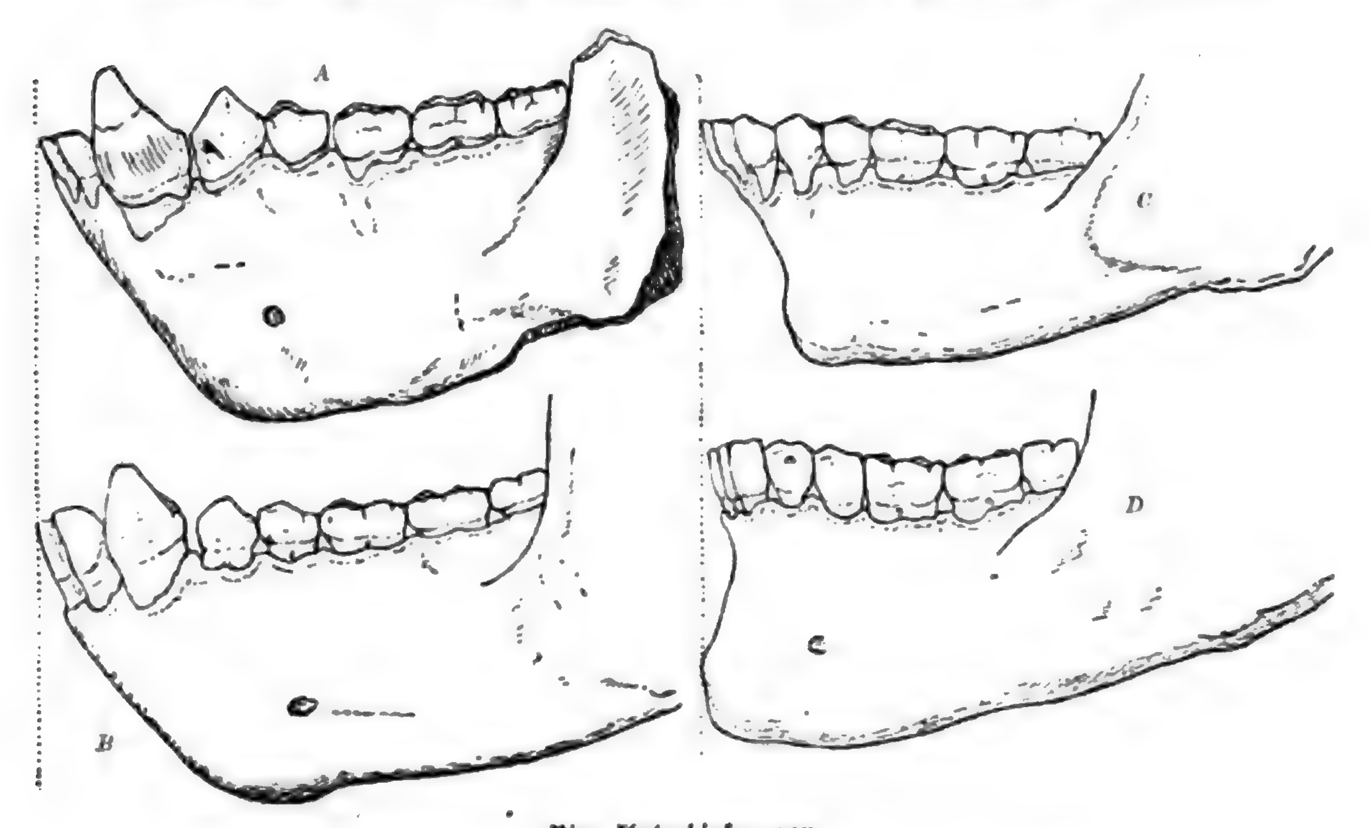
affen (Gorilla, Schimpanse und Orang) zeigen sich in der Jugend menschenähnlicher als im Alter, wo z. B. beim männlichen Gorilla der Schädel groteske Knochenwülste entwickelt, die ihn vom Bilde des Menschen sehr



Der Gorilla (Troglodytes gorilla).

weit entfernen. Nach dem biogenetischen Grundgesetz würde das andeuten, daß die lebenden Menschenaffen von Ahnen abstammen, die auch dem Menschen das Leben gegeben, daß sie aber in ihrer heutigen Ausbildung

einen Seitenast darstellen, der sich unabhängig und parallel zu der gleichzeitigen Menschwerdung entwickelt hat. So ist das Verhältnis auch von den besten Beurteilern wie Darwin, Häckel, Vogt u. a. stets aufgefaßt worden, nicht aber so, als wenn etwa der heute noch lebende Gorilla der wirkliche Stammvater des Menschen wäre. Die Wahrscheinlichkeit wächst damit nun für die uralten Menschenaffen des Tertiär, daß sie jener gemeinsamen Ausgangsstelle noch näher ständen oder sie gar direkt vorführten.



Vier Unterkiefer von

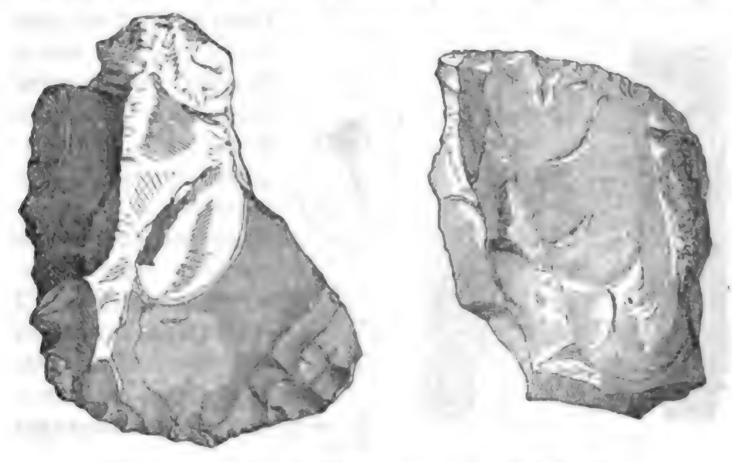
A einem Menschenaffen der Tertiär-Zeit (Dryopithecus),
B einem noch lebenden Menschenaffen (Schimpanse),
C einem Hottentotten-Weibe,
D einem Franzosen.
(Alle Figuren $^3/_4$ der natürlichen Größe, nach Gaudry.)
Die Bilder beweisen, daß der tertiäre Dryopithecus keineswegs, wie man früher behauptete dem Menschen näher steht als der heutige Schimpanse, der selbst übrigens auch noch sehr erhebliche Unterschiede vom Menschen in seiner Kieferbildung aufweist.

Eine Zeit lang glaubte man in der That in dem einen jener tertiären Tiere, dem Dryopithecus, eine Form vor Augen zu haben, die weit menschenähnlicher sein sollte als Gorilla und Schimpanse. Nach eingehenderer Untersuchung ist Gaudry neuerdings indessen zu dem umgekehrten Schluß gelangt, daß der Dryopithecus hinsichtlich seiner Menschenähnlichkeit sogar noch ein ganzes Stück tiefer stehe als der Schimpanse. Die abgebildeten vier Unterkiefer zeigen das in der That in einer für jeden Beschauer überzeugenden Weise. Damit wird wahrscheinlich, daß wir die Abzweigung des Menschen vom Affenstamm noch über das mittlere Miocän zurückdatieren

müssen. Paläontologisch heißt das aber vorläufig jeden direkten Faden nach unten verlieren.

Gleichzeitig wird die Sache dadurch verdunkelt, daß nach oben uns eine klare Erkenntnis fehlt, wann der Mensch in seiner typischen Form, vor allem der Schädelform, schon vollendet gewesen sei. An und für sich ist es ja beinahe selbstverständlich, daß der Mensch noch längere Zeit viel deutlichere Spuren seiner Affenabstammung an sich getragen habe, als er sie jetzt besitzt, und daß sehr alte Menschenreste uns solche Zeichen noch vorführen müßten, — womit wir immerhin von oben her einen Schritt weiter wären. Nun herrscht aber grade auf diesem Boden vorerst eine hochgradige Uneinigkeit unter den kompetenten Beurteilern. Eine Anzahl Forscher war und ist der Ansicht, daß an relativ späten Menschenschädeln aus diluvialer Zeit noch hochgradig affenähnliche Züge beobachtet werden können. Als das entscheidende Beweisstück wird ein Schädel angesehen, der unter dem Namen des Neanderschädels berühmt geworden ist. Er wurde 1856 in einer kleinen Kalkgrotte des Neanderthals bei Düsseldorf gefunden und zeigt besonders in der ganz flachen Stirn und der enormen Entwickelung der Augenbrauenbogen einen hochgradig tierischen, an die menschenähnlichen Affen erinnernden Zug. Unglücklicherweise ist das wahre Alter dieses interessanten Schädelfragments (es ist nur der obere Teil erhalten) aus dem Fundort nicht sicher zu entnehmen. An die Gestalt des Schädels selbst aber hat Virchow eine scharfe Kritik angelegt, die zu dem Schluß kommt, daß es sich hier um eine krankhafte Verbildung, einen Idiotenschädel handle, der, ob alt, ob jung, jedenfalls ohne Beweiskraft sei. Der Streit hierüber ist zur Zeit noch nicht ganz sicher ausgefochten, so viel aber steht fest, daß man den Neanderschädel nicht skrupellos als Beweismaterial in einer so ernsten Sache benutzen kann. Ein zweiter in der Weise des Neanderschädels affenartiger Schädel existiert nicht aus dem Diluvium. Man hat zwar bei einigen andern Schädeln (z. B. dem ebenfalls sehr viel besprochenen von Engis bei Lüttich) in geringem Maße ebenfalls primitive Merkmale zu finden geglaubt, das Unglück will aber, daß grade diese Reste in ihrem wahren Alter alle mehr oder minder schweren Bedenken unterliegen, während die sehr spärlichen Diluvialreste, deren Echtheit unbestritten ist, in den Maßen durchaus mit denen des lebenden Homo sapiens übereinstimmen. Betrachtet man die immerhin schon ziemlich bedeutende Kultur, die sich in der sogenannten Steinzeit bei uns in Europa herangebildet hatte und als deren Gipfel man etwa jene früher erwähnte Mammutzeichnung ansehen könnte, so erscheint es auch aus Allgemeingründen nicht einmal sehr wahrscheinlich, daß der diluviale Mensch noch so affenartige Schädel besessen haben sollte. Man wird unwillkürlich zurückgedrängt bis ins Tertiär, womit man nur leider auch von oben wieder jenem leeren Gebiet verzweifelt nahe kommt, wo vorläufig die Funde überhaupt versagen.

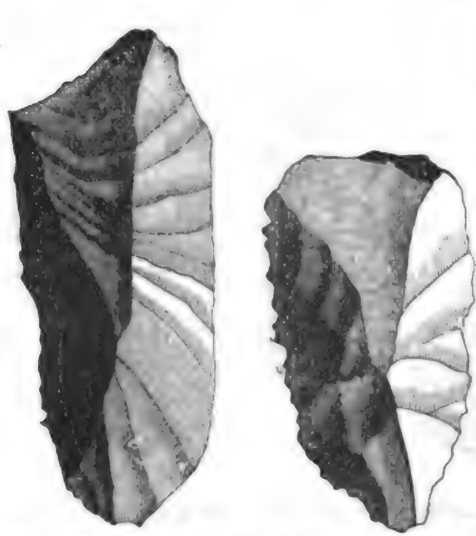
Denn wenn schon über den diluvialen Menschen mehr Streit als Gewißheit in unserer Fachlitteratur existiert, so ist vollends der tertiäre Mensch bisheran ein solcher Zankapfel der Gelehrten, daß man zur Stunde nicht einmal mit ganz gutem Gewissen behaupten kann, ob er überhaupt bereits wirklich in echten Fundstücken für uns vorhanden ist. Die verschiedensten Funde der Art, die angeblich gemacht worden waren, sind sämtlich angezweifelt worden und zum Teil entschieden mit Recht. Man glaubte die Thätigkeit des Menschen nachweisen zu können aus Einschnitten in Tierknochen, aufgeklopften Knochen und ähnlichen Anzeichen mehr. Aber es zeigte sich, daß genau dieselben Spuren auch durch die Schneide-



Angebliche Spuren des Menschen aus der Tertiär-Zeit:
Feuersteinsplitter aus dem unteren Miocän von Thenay (Frankreich), die von Menschen bearbeitet sein sollten. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß es sich lediglich um Splitter handelt, die infolge einfacher physischer (meteorologischer) Einflüsse irgendwie abgesprengt worden sind. (Das Bild nach Mortillet.)

zähne von Nagetieren und verwandte Methoden hervorgebracht werden können. Andere legten Gewicht auf Feuersteinsplitter tertiären Ursprungs, die als menschliche Kunstprodukte anzusehen wären. Nun verdanken wir allerdings unsere erste Kenntnis vom prähistorischen Menschen überhaupt in Europa grade den roh bearbeiteten Feuersteinen, die der Mensch des Diluviums massenhaft zurückgelassen hat. Auf sie stützte Boucher de Perthes 1833 seine bahnbrechenden Untersuchungen im Diluvium von Abbeville. Aber in diesen diluvialen Fällen zeigen sich an den Feuersteinen ganz charakteristische Spuren der künstlichen Bearbeitung, und die Feuersteinwerkzeuge liegen mit anderen Kulturspuren zusammen, so daß ein Gesamtbild entsteht, wo ein Punkt immer den andern stützt und ein Zweifel vor der Masse ganz ausgeschlossen ist. Jene vereinzelten tertiären Splitter lassen dagegen, so wie sie sind, leider dem Verdacht Raum, daß

sie ihre verführerische Gestalt auch einfachen Naturprozessen, einer Zersprengung durch meteorologische Einflüsse (z. B. scharfen Temperaturwechsel) verdanken könnten, — wie denn in der Libyschen Wüste meilenweit nach Zittel der Boden mit Feuersteinscherben bedeckt ist, die einfach durch solche Ursachen zu stande gekommen sind. Der einzige Ort der Erde, wo man mit halbwegs gutem Gewissen heute sagen kann, daß man dem tertiären Menschen — wenn auch ganz nahe an der letzten Grenze des Tertiär — wirklich auf der Spur sei, ist Süd-Amerika. Nachdem gewisse nordamerikanische Funde viel Staub aufgewirbelt, aber letzten Endes doch nichts bewiesen hatten, ist man in den Pampas Süd-Amerikas mit jenen früher schon erwähnten Resten des Menschen als eines Zeitgenossen und Jägers von Glyptodon, Toxodon und Megatherium entschieden ein ernsthaftes Stück weiter rückwärts vorgedrungen. Wenn die Pampasformation ins Pliocän reicht, wofür die geologischen Beweise nachgerade kaum noch angefochten werden können, so reicht hier unbedingt auch der Mensch ins Pliocän, und wir hätten also hier einen eigentlichen Tertiärmenschen vor uns. Was bisher über diese Tertiärskelette, die man gefunden hat (eines lag unter einem Glyptodon-Panzer), bekannt geworden ist, weist nicht auf einen besonders tiefen, affenähnlichen Zustand. Langköpfe und Kurzköpfe finden sich bei den Schädeln nebeneinander. Ein Skelett hatte achtzehn Wirbel (statt siebzehn) und ein durchbohrtes Brustbein, aber diese beiden Merkmale finden sich einzeln gelegentlich auch heute. Über die Herkunft des Pampasmenschen lehren die Funde leider auch nichts. Die Megatherien und Glyptodonten, mit denen er zusammen vorkommt, sind im Lande, wie früher erzählt ist, seit alters heimisch und weisen höchstens noch weiter nach Süden, nach dem Pol zu in ein verschollenes Land. Ist der Mensch schon von dort mit herübergekommen? Da er erst im Pliocän sicher auftritt, muß als Möglichkeit offen bleiben,

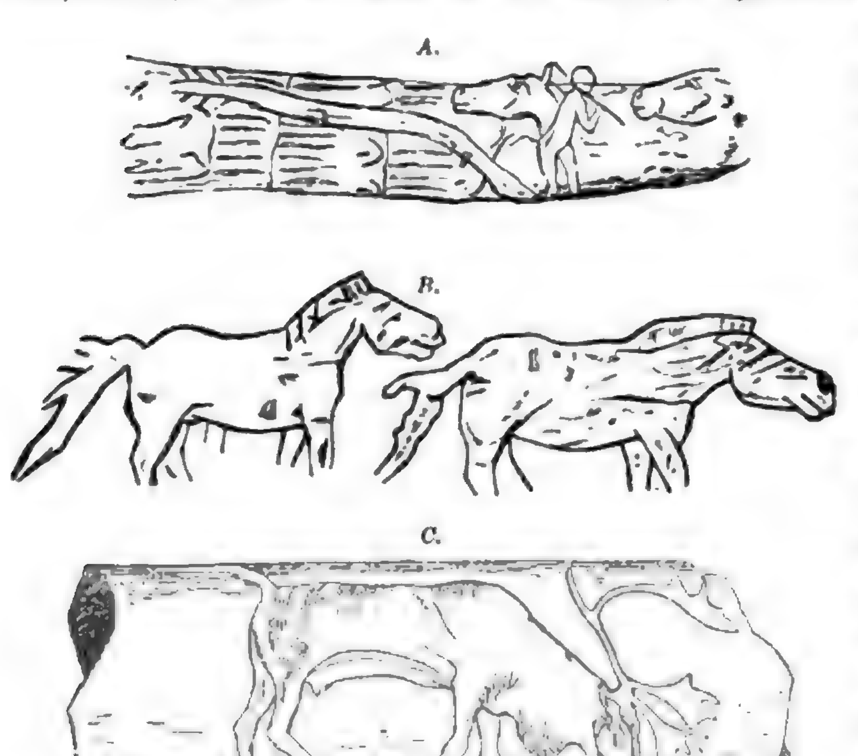


Wirkliche Zeugnisse für die Existenz des diluvialen Menschen auf der Erde:
Roh behauene Feuersteinmesser. Die Exemplare stammen aus der sogenannten Räuberhöhle von Etterzhausen bei Regensburg.

daß er damals erst umgekehrt von Nord-Amerika eingewandert sei, wie die Mastodonten und Katzen. Es würde das erklären, warum er in den älteren Glyptodonschichten vor der Schließung des Kanals von Panama (vergl. S. 636) nicht mehr gefunden wird. Aber wer sagt uns, ob er hier nicht eines Tages auch ans Licht kommt? Jedenfalls sieht der Leser, daß wir auch mit diesem tertiären Menschen Süd-Amerikas nicht viel weiter sind, — so interessant er auch ist. Und so müssen wir uns denn einstweilen bescheiden. Das steht ja auf alle Fälle fest, daß bei der eben erst beginnenden paläontologischen Durchforschung der südlichen Länder jede Stunde uns einen entscheidenden Fund bringen kann. Ich will wenigstens erwähnen, daß im Moment, da diese Zeilen geschrieben werden, eine lebhafte Fehde sich entspinnt um einige Knochen von der Insel Java, die uns allen Ernstes eine Übergangsform zwischen Mensch und Menschenaffe vorzuführen scheinen. Die Sache ist noch nicht entschieden und soll daher hier nur eben angedeutet sein. Aber der Leser sieht wenigstens, wie nahe wir möglicherweise dem Ziel sind inmitten all unserer Zweifel, und wie ein einziger glücklicher Fund alle Kartenhäuser, die von Gegnern der Entwickelungslehre auf dem leeren Fleck aufgebaut sind, unverhofft schmählich umwerfen könnte.

Der ausgesprochene Mensch des Diluviums, wie er uns in zahlreichen unanfechtbaren Kulturresten entgegentritt, gehört, sobald man von jenen erwähnten problematischen Affenmerkmalen einiger Schädel absieht, strenggenommen schon ganz ins Bereich der Kulturgeschichte, also nicht mehr eigentlich in den Rahmen dieses Buches. Zweifelhafte Punkte giebt es auch hier noch in Hülle und Fülle. Noch ist es nicht sicher erwiesen, ob wir schon echte Reste aus präglacialer Zeit besitzen, d. h. von der schwankenden Grenzlinie zwischen dem abschließenden Pliocän und der heranrückenden ersten Eisperiode. Die ersten unanzweifelbaren Kulturspuren stammen aus dem interglacialen Löß, der Steppenformation zwischen den verschiedenen Eisperioden. Ein ungefähr anschauliches Bild läßt sich dann entwickeln für die nachglaciale Zeit, die letzte Epoche des eigentlichen Diluvium. Im ganzen zählt man bis hierher die ältere Steinzeit (paläolithische Epoche). Der Name „Steinzeit“ drückt grob aus, daß die Menschen noch keine Metallwerkzeuge besaßen, auch die Steinwerkzeuge dieser älteren Periode verraten aber noch eine weniger feine Arbeit, sind nicht „geschliffen“. Bei der großen Rolle, die das Rentier damals für den Menschen spielte, spricht man auch von einer Rentierzeit. Von besonders auffälligen altertümlichen Tieren geht hier das Mammut noch mit. Wenn man die Kultur auch im ganzen als keine grade hohe bezeichnen wird, so müssen doch jene bildlichen Darstellungen, die wiederholt und zum Teil unter ziemlich sicheren Verhältnissen gefunden worden sind, Zeichnungen des Mammut, des Wildpferdes,

des Rentiers u. a. m., uns den Blick dafür frei halten, daß die höchsten Anlagen des vollendeten Kulturmenschen schon hier bereits sich zu entfalten begannen. Unmerklich geht diese paläolithische Zeit nach oben über in die neolithische, die jüngere Steinzeit, mit der man schon aus dem Diluvium herauskommt und die ohne jede Grenze nach oben wiederum in die Zeit der ersten Metallbenutzung (Bronze, Kupfer, zuletzt Eisen) überführt. Wir sehen, obwohl mit einigem Recht immer noch von prähistorischer Zeit die Rede ist, den Menschen Haustiere züchten und zum Ackerbau übergehen. Als ein weit bekanntes Bild stellen sich dem Blick jene reizvollen Niederlassungen auf eingerammten Pfählen in flachen Seebecken dar, die sogenannten Pfahlbauten, die uns besonders im Moorboden der Schweizer Seen viele und lehrreiche Kulturspuren hinterlassen haben. Man muß bei all diesen Epochen und besonders den späteren nicht vergessen, daß unsere Kenntnis hauptsächlich auf europäischen Funden fußt, daß aber in Europa grade die prähistorische Zeit sich sehr lange dehnt, bis gegen das erste Jahrtausend v. Chr. In andern Ländern sind zwar Spuren einer Steinzeit auch vielfach nachgewiesen, jedenfalls war aber vielerorten die Kultur zur Zeit, als in der Schweiz noch prähistorische Pfahlbauten standen, bereits sehr viel weiter vorgeschritten, — wie denn im Orient die „Geschichte“ eben unverhältnismäßig viel tiefer zurückreicht. Durch Wanderungen und Handelsverbindungen schoben sich diese Bilder ineinander, und so entstand vielfach ein Gemisch, dessen Entwirrung heute sehr schwierig ist. Giebt es doch jetzt sogar noch im Innern Brasiliens



Bilder von Menschen und Tieren, auf Rentierknochen in prähistorischer Zeit eingeritzt von Menschenhand.

Bei *A* sieht man Menschen und Pferde, bei *B* ganz unverkennbar Wildpferde, bei *C* ein weidendes Rentier. Die beiden ersteren stammen aus französischen Höhlen (Périgord), das letztere aus dem Keßlerloch bei Schaffhausen.



Ein Pfahlbauer-Dorf.

Mutmaßlicher Umriß einer prähistorischen menschlichen Niederlassung auf Pfählen in einem Schweizer See.

nackte Indianerstämme, die vollständig in der „Steinzeit“ verharren, die Stämme am Schingu-Flusse, die Karl von den Steinen neuerdings zum erstenmal überaus anschaulich beschrieben hat. Eine haarscharfe Abgrenzung der Epochen ist also nirgendwo möglich, und alle jene Begriffe, wie Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit, verschwimmen je nach dem Ort ineinander, ohne daß die Namen mehr besagten als bloße grobe Anhaltspunkte zur ersten Orientierung.

Schaut man im ganzen den Dingen resolut ins Auge, so wie sie heute liegen, so läßt sich sagen, daß wir auf dem Wege sind, allmählich ein annähernd wahres Bild der ursprünglichen Menschheitsentwickelung zu erlangen, — auf dem Wege, aber lange noch nicht am Ziel. So viel aber ist bisheran sicher, daß ein zwingender Grund durchaus nicht vorliegt, an irgend einem Punkt dieser Entwickelung die einfache Grundannahme des Naturforschers von einem kontinuierlichen, den auch sonst waltenden Naturgesetzen entsprechenden Heraufgang außer Kraft zu setzen und ein Eingreifen absolut unbekannter und unkontrollierbarer Weltursachen anzunehmen. Man muß allerdings damit rechnen, daß diese Behauptung immer wieder aufgestellt worden ist. Vielleicht in der wissenschaftlich noch diskussionsfähigsten Form ist das von Wallace, dem Mitbegründer der Zuchtwahltheorie, geschehen. Er ist der Ansicht, daß in körperlicher Hinsicht der Mensch in der That ein Sproß des Tierreichs sei, hervorgebracht durch dieselben einfachen Prozesse, die Darwin wenigstens zum Teil aufgedeckt hat; daß aber an einer bestimmten Stelle dieser Entwickelung auf das Gehirn des werdenden Menschen eine bisher niemals hervortretende, außerhalb der organischen Gestaltung stehende Macht einzuwirken begonnen habe, die gewisse höhere Geisteseigenschaften, z. B. die mathematischen, künstlerischen, rein idealen Anlagen im Menschen, aus sich heraus begründet und vorwärts getrieben habe. Es ist merkwürdig, in welchen Zickzacklinien eine solche Betrachtungsweise sich bewegt, selbst wenn sie von einem so findigen Kopfe wie Wallace ausgeht. Jene außernatürliche Macht, die in das Schicksal des Menschen eingegriffen haben soll, wird doch erst in Thätigkeit gedacht, als das Gehirn des Menschen eine gewisse Höhe erreicht hatte. Die Gehirnausbildung an sich, die zu dieser Höhe führte, soll ein Produkt rein mechanischer, natürlicher Entwickelung sein, — als sie aber eine gewisse Stufe erreicht hatte, beeilte sich jene dunkle Macht hervorzutreten und ihre Geschenke in die Wiege des werdenden Geisteshelden zu legen. Wäre es nicht in jedem Sinne sehr viel wahrscheinlicher, zu schließen, daß es die Gehirnentwickelung selbst war, die, zu einer staunenswerten Höhe gelangt, auf einmal Erscheinungen auslöste, die in der That früher gänzlich in der Erdbildung gefehlt hatten, — gefehlt hatten eben einfach, weil sie kein Organ hatten, das sie hervorrief, in genau derselben Weise, wie es keine Gravitation geben

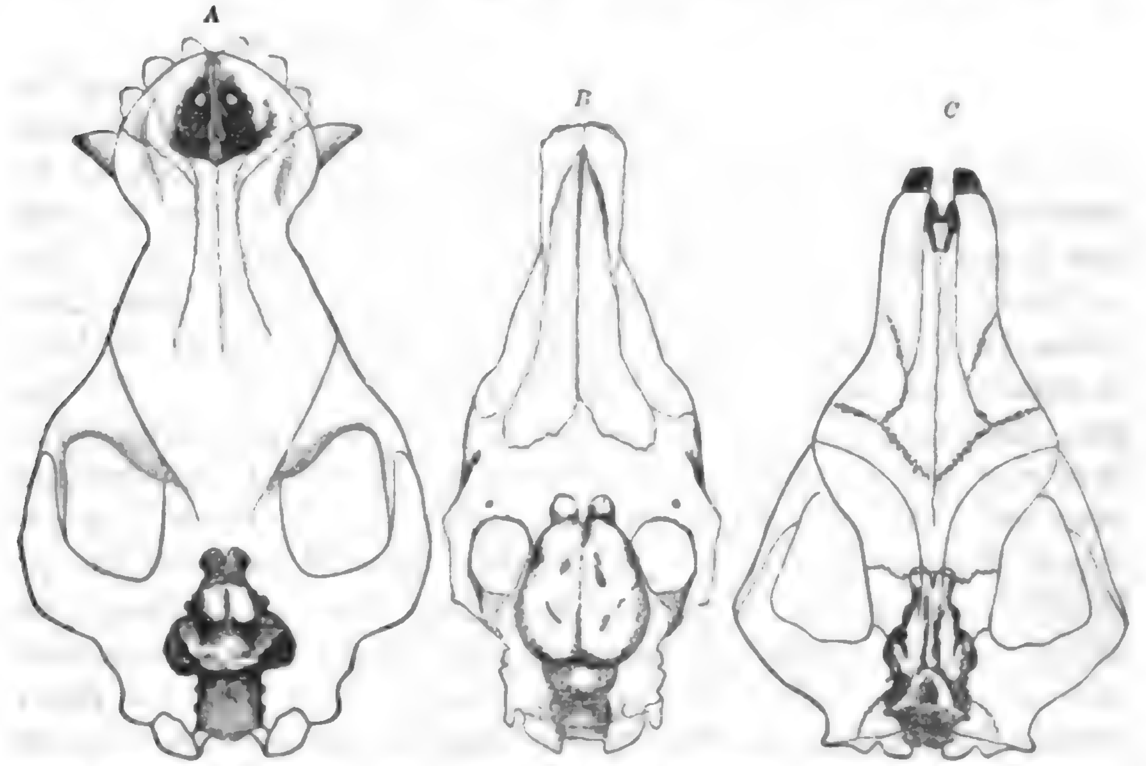
konnte, solange eine ungleiche Verteilung der Massen nicht vorhanden war? Oder ist es vielleicht eine bessere Umschreibung des einfachen Sachverhalts, wenn ich, um das Aufflammen eines Zündhölzchens im Dunkeln zu charakterisieren, sage, daß eine außernatürliche Macht, deren Wesen Lichterzeugung sei, auf den Moment der Reibung passe, um plötzlich mit diesem in den Kopf des Zündhölzchens hineinzufahren und zu leuchten, — als wenn ich einfach sage: der mechanische Prozeß führt in einem gewissen Moment einer völlig geschlossenen Kette von Vorgängen zur Auslösung jener Erscheinung, die wir Licht nennen? Ich habe absichtlich das Wort „Umschreibung" hier gebraucht. Denn das tiefinnerlich Wunderbare des Vorgangs beseitigt die eine Form so wenig wie die andere, — jenes Wunderbare, das überhaupt darin liegt, daß aus Einem etwas Anderes hervorgeht, daß eine „Entwickelung", ein Fortgang, eine wechselvolle Bewegung stattfindet. Bloß darin unterscheiden sich beide Betrachtungsweisen, daß der Naturforscher, der auch in der gesamten Gehirnleistung des Menschen nur eine regelrechte Stufe der glatten sichtbaren Naturentwickelung sieht, ein einziges großes Wunder anerkennt, diese Gesamtnatur in der grandiosen Herrlichkeit ihrer Entfaltung, — während der andere dieses große Gesamtwunder um seine interessanteste und für unsere Beobachtung so unschätzbare Eigenschaft, den absoluten Zusammenhang von Urzeiten an bis auf diesen Tag, bringen möchte zu Gunsten eines kleinen Einzelwunders, das in den großen Verlauf der Dinge eingegriffen haben soll. Im Innersten hege ich die feste Überzeugung, daß alle diese Differenzen unter ehrlichen und erkenntnisfrohen Wahrheitssuchern mit der Zeit ganz von selbst verschwinden werden mit einer immer mehr abgeklärten Vorstellung von dem großen G r u n d p r o b l e m. Die Menschheit hat lange genug daran gekrankt, sich selbst für etwas Wunderbares, das Tier, die Pflanze, den Stein, den Planeten im Raum und das sterndurchflimmerte All für etwas grob Verständliches, weil Mechanisches, zu halten. Ich glaube, daß wir jetzt mehr und mehr auf eine Epoche angehen, wo vor den sieghaften Resultaten der Entwickelungslehre diese reservierte Wunderstellung des Menschen außerhalb der übrigen Natur ein ausgeträumter Traum ist. Dafür tritt das Wunderbare um so gewaltiger in sein Recht angesichts der Gesamtnatur, in der auch der Mensch nur ein Glied ist. Es wird kein wunderbareres, geheimnisvolleres Wort für eine kommende Generation geben als eben das Wörtchen „mechanisch" selbst. Erst indem es die g a n z e Kette der objektiven Dinge, auch den Menschen, lückenlos umfaßt, erringt es seine entscheidende Größe: die Größe des wahren W e l t g e h e i m n i s s e s. Indem es das Werden und Sein der Welt umschreibt, umschreibt es das Fundamentalgeheimnis, das der Kosmus uns auferlegt.

Wie viel Hader, wie viel Mißtrauen gegen die Resultate der Entwickelungslehre wären schon heute aus der Welt geschafft, wenn diese

einfachen Zugeständnisse allgemein gemacht würden. Man denkt sich den Menschen als seiner Würde entkleidet, indem man ihn vom Tiere herleiten soll, indem man die allgemeinen Naturgesetze — und nur diese — auch in seiner irdischen Entstehung walten lassen soll. Man vergißt dabei, daß der Begriff „Mensch" kein so einheitlicher ist, daß man ohne weiteres überall bei ihm von Würde und Herabsetzung dieser Würde reden könnte. In seinen edelsten Erscheinungen ist der Mensch gewiß ein Wesen, das sich so turmhoch über jedes Tier erhebt, daß man an dem Zusammenhang zweifeln möchte. Aber schon innerhalb des ungeheuren Gesamtbegriffes „Mensch" sinkt diese ideale Höhe, wie wir alle doch zu gut wissen, auch ebenso fast bis zur vollkommenen Vernichtung herab. Sehr gut hat dem einst Darwin, der persönlich gewiß zu den edelsten Spitzen der Menschheit gehörte, in den Worten Ausdruck gegeben: „Was mich betrifft, so möchte ich ebenso gern von jenem heroischen kleinen Affen abstammen, welcher seinem gefürchteten Feinde trotzte, um das Leben seines Wärters zu retten, oder von jenem alten Pavian, der, von den Hügeln herabsteigend, im Triumph seinen jungen Kameraden aus einer Menge erstaunter Hunde herausführte, — als von jenem Wilden, welcher ein Entzücken an den Martern seiner Feinde fühlt, blutige Opfer darbringt, Kindesmord ohne Gewissensbisse begeht, seine Frauen wie Sklaven behandelt, keine Züchtigkeit kennt und von dem gröbsten Aberglauben beherrscht wird." („Abstammung des Menschen", Schlußkapitel.)

Keiner von uns zweifelt daran, daß die Geschichte der Menschheit mit einer unendlichen Masse von Irrtümern, Vergehen und Barbarei befleckt ist und daß es keinen einzelnen noch so hoch stehenden und guten Menschen giebt, der nicht solche dunklen Schatten in der Vergangenheit selbst seines engsten Geschlechtes nachweisen könnte. Wie wenig will es da besagen, ob an einer ganz frühen Stelle die Gesamtheit aller Menschen endgiltig als untertauchend betrachtet wird in der Tierheit. Diese Auffassung wird aber noch um vieles erträglicher, wenn wir uns erst sagen, daß der Mensch damit geschichtlich nicht einmal niedersteigt in das wilde Chaos sinnloser Gestaltung, sondern daß seine Ahnenlinie auch innerhalb des Tierreichs immer eine ansteigende bleibt, in der sich ganz zweifellos das erfolgreichste, glücklichste Vorwärtsarbeiten der organischen Bildung verkörperte. Man hat öfter betont, daß von einem eigentlichen Emporgang in der Geschichte der Organismen trotz des Begriffs Entwickelung eigentlich keine Rede sei. Man sagt uns, daß der farblose Molch in den schwarzen Wassern der Adelsberger Grotte, dessen Augen zugewachsen sind, oder der schmarotzende Wurzelkrebs, der fast alle Organe wieder verloren hat und in eine Art Pflanzendasein zurückversunken ist, in ihrer Art ebensogut einen Organisations-Gipfel darstellten, der allen Anforderungen genüge, so daß im ganzen von einem fundamentalen Emporgang bis zum Menschen keine

Rede sei. Diese Rechnung ist eine kindlich-irrige. Nach ihr würde der Mensch also bloß einen einzelnen Organisations-Gipfel neben tausend andern darstellen, ein einseitiges „Gehirn-Tier", das dafür in seinem Auge nicht die Sehkraft des Adlers, in den Muskeln seines Armes nicht die Kraft des Gorilla, in seinen Beinen nicht die Schnelligkeit des Pferdes besäße. Der Trugschluß liegt darin, daß übersehen wird, daß ja dieses Gehirn alle jene mangelnden Fähigkeiten tausendfach ersetzt hat, indem es Werkzeuge erfand. Was bedeutet das Auge des Adlers gegen Herschels Teleskop, das



Drei Schädel mit Gehirn von zwei eocänen Säugetieren (älteste Tertiär-Zeit) und unserem lebenden Pferd.

Das Pferd (*B*) steht in der Mitte. Rechts (*C*) ist das Tillotherium aus der heute gänzlich ausgestorbenen Säugetierordnung der Tillodontia. Links (*A*) ist das Coryphodon, einer ebenfalls ausgestorbenen Ordnung der Huftiere angehörig. Wie man sogleich sieht, besitzt das Pferd ein im Verhältnis zu den Eocän-Tieren gradezu kolossales Gehirn.
(Die drei Bilder nach Marsh.)

Nebelflecke in Sternhaufen auflöst, — was der Huf und die Beinmuskulatur des Pferdes gegen die Lokomotive? Gewiß ist der blinde, kiematmende Olm dem tauchenden Menschen in den stygischen Gewässern seiner Grotte voraus; aber wo bleibt seine Organisationshöhe, wenn der Mensch die dunklen Wasser der Höhle mit einem Strom elektrischen Lichtes in Tageshelle versetzt und in einem Taucheranzug in die Tiefe dringt? Geben wir das aber einmal zu, daß das Gehirn in solcher Vollkommenheit, wie es der Mensch besitzt, schon heute nahezu ein absolutes Universalorgan darstellt, das graduell jede sonstige Organisationshöhe überbietet, so ist uns auch in der Geschichte der Organismen der einzige absolut emporleitende rote Faden

enthüllt: er steckt in der stufenweisen Vervollkommnung des Gehirns. Sobald man von hier den Maßstab entnimmt, bekommt man einen Begriff dafür, welcher nicht bloß relative, sondern absolute Fortschritt in der Sekundärzeit sich anbahnte, als aus niederen Wirbeltieren das Säugetier hervorging, dessen Organisation in entscheidender Weise Gehirnorganisation wurde. Man bekommt einen klaren Untergrund zu der Behauptung, daß innerhalb der Säugerorganisation wiederum etwa ein Tier wie das Pferd mit seinem kolossalen Gehirn gegenüber dem Coryphodon oder dem Tillotherium eine absolut höhere Stufe bezeichnet (vergl. das Bild) und daß wiederum der Affe unvergleichlich hoch über dem Pferde steht.

Hat man sich aber auch von diesem trüben Irrtum befreit, daß die Abstammung des Menschen vom Tiere etwas Entwürdigendes sei, so wird der Blick, denke ich, gern sogar weiter schweifen und mit Hinsicht auf die Schönheiten des Kosmos eine gewisse Befriedigung empfinden, daß das alles Fleisch von unserm Fleisch und Blut von unserm Blute sei, — daß der Mensch nicht ein armer Fremdling sei am rauhen Gestade dieser Welt, sondern der glückliche Erbe, dessen Sinne aufgeweckt sind, um Herrlichkeiten zu schauen, an denen zahllose Jahrmillionen gebaut haben. In den Phantasieträumen der Menschheit ist oft die Vorstellung wiedergekehrt, daß die Sterne des Firmaments Anteil hätten an unserer kleinen irdischen Lebensbahn, daß die Blumen mit ihren weichen Farben, ihrem Duft verzauberte Menschenseelen seien. In gewissem, hohem Sinne wird das zur Wahrheit auch in dem einheitlichen Weltenbilde, das die Forschung uns entrollt. In der ungeheuren Kette, die alles Gewordene zusammenhält, greift der fernste Fixstern ein in unser eigenstes Sein. In den immer erneuten Möglichkeiten der Entwickelung schlummert in jedem alles: in der blauen Lotosblüte schläft schon der Mensch. Und im Menschen, — das ist das letzte der großen Bilder, die auf der Wahrheitssuche vage aufsteigen wie schimmernde Weltennebel der Zukunft, im Menschen schlummert zweifellos der Keim übermenschlicher Entfaltung, deren Ahnen uns gegeben ist, deren Erfüllung aber erst weit entfernte Tage genießen werden.



Druckfehler-Berichtigungen.

Band I.

Seite 1 Zeile 3 von unten lies sie statt sich.
„ 15 Zeile 25 von oben lies südsibirischen statt nordsibirischen.
„ 21 in der Bildunterschrift lies Sekundär-Periode statt Jura-Periode.
„ 54 Zeile 1 der Anmerkung lies Atahuallpa statt Atahuallga.
„ 63 letzte Zeile der Anmerkung und 64 Anmerkung Zeile 4 lies Sueß statt Sues.
„ 102 in der Bildunterschrift Zeile 3 lies 79 n. Chr. statt 79 v. Chr.
„ 110 ist in der Anmerkung Zeile 6 das Wort unvollständige zu streichen.
„ 200 muß es in der Bildunterschrift Zeile 5 von oben zu cl heißen: Schlüsselbein bei der Fledermaus; Rabenschnabelbein bei Pterodaktylus.
„ 211 in der Anmerkung letzte Zeile lies Utan statt Utang.
„ 222 in der Anmerkung ist zu Huxley beizufügen: gestorben 1895.
„ 352 ist auf der Tafel „Farbige Doppelsterne" in der Unterschrift beizufügen: nach Secchi.
„ 475 Zeile 11 von oben lies: für die sogar kleinere Venus, statt: für die so viel kleinere Venus.

Band II.

Seite 5 Zeile 7 von unten lies De Bary statt Du Bary.
„ 23 Zeile 5 von oben lies 0,2 mm statt 2 mm.
„ 115 in der Bildunterschrift Zeile 3 lies links statt rechts.
„ 121 Zeile 2 lies Lophius statt Lophias.
„ 130 Zeile 13 von unten ist hinter Eidechsen zu ergänzen: und eidechsenähnlichen Reptilien.
„ 146 in der Bildunterschrift Zeile 11 von unten lies curculionoides statt curenlionoides, und Zeile 8 von unten Apocyrtus (*f*) statt Apocyrtus (*b*).
„ 164 Zeile 17 ist der Satz „Ich werde" ꝛc. zu streichen.
„ 224 Zeile 11 von unten lies Blastäa statt Blastula.
„ 353 in der oberen Bildunterschrift Zeile 12 lies Avicula statt Aviculina.

Seite 492 ff. hat sich in die Geschlechtsbezeichnung bei dem Urvogel Archaeopteryx eine Ungleichheit eingeschlichen. Der Name ist überall weiblich: die Archäopteryx, zu schreiben.

" 507 in der Bildunterschrift Zeile 2 ist zu lesen: aus der ältesten Gruppe der Trituberculata, im Text Zeile 9 von unten: (zu den Trituberculata, Dreihöckerzähnern, hat man sie gestellt, in die Nähe des lebenden Ameisenbeutlers).

" 512 Zeile 10 von oben lies elongatus statt elegans.

" 559 Die drei oberen Bilder stehen auf dem Kopf, so daß in der Unterschrift links rechts, oben unten u. s. w. gelesen werden muß.



Register.

Die römischen Ziffern geben die Bandnummern, die arabischen Ziffern die Seitenzahlen an.
Abkürzungen: Abb. = Abbildung. — ff. = und folgende Seiten. — f. = siehe.

B.

E.

G.

H.

J.

J (i).

K.

(Siehe auch unter C.)

L.

M.

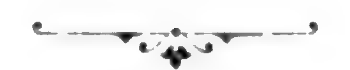
P.

Q.

R.

T.

W.





Prospekt.



Mit ca. 8000 Textillustrationen, zahlreichen schwarzen Tafeln und 100 bunten Karten und Tafeln.

Zu beziehen:
in 320 Heften à 30 Pf. = 18 Kr. ö. W. = 40 Ctms. oder in 16 Bänden, elegant in Leinen gebunden, à 7,50 M. = 4 fl. 50 Kr. ö. W. = 10 Francs.

Für die Abnehmer der ganzen Sammlung Generalregister zum Schluß gratis.

Die Werke sind auch einzeln käuflich.

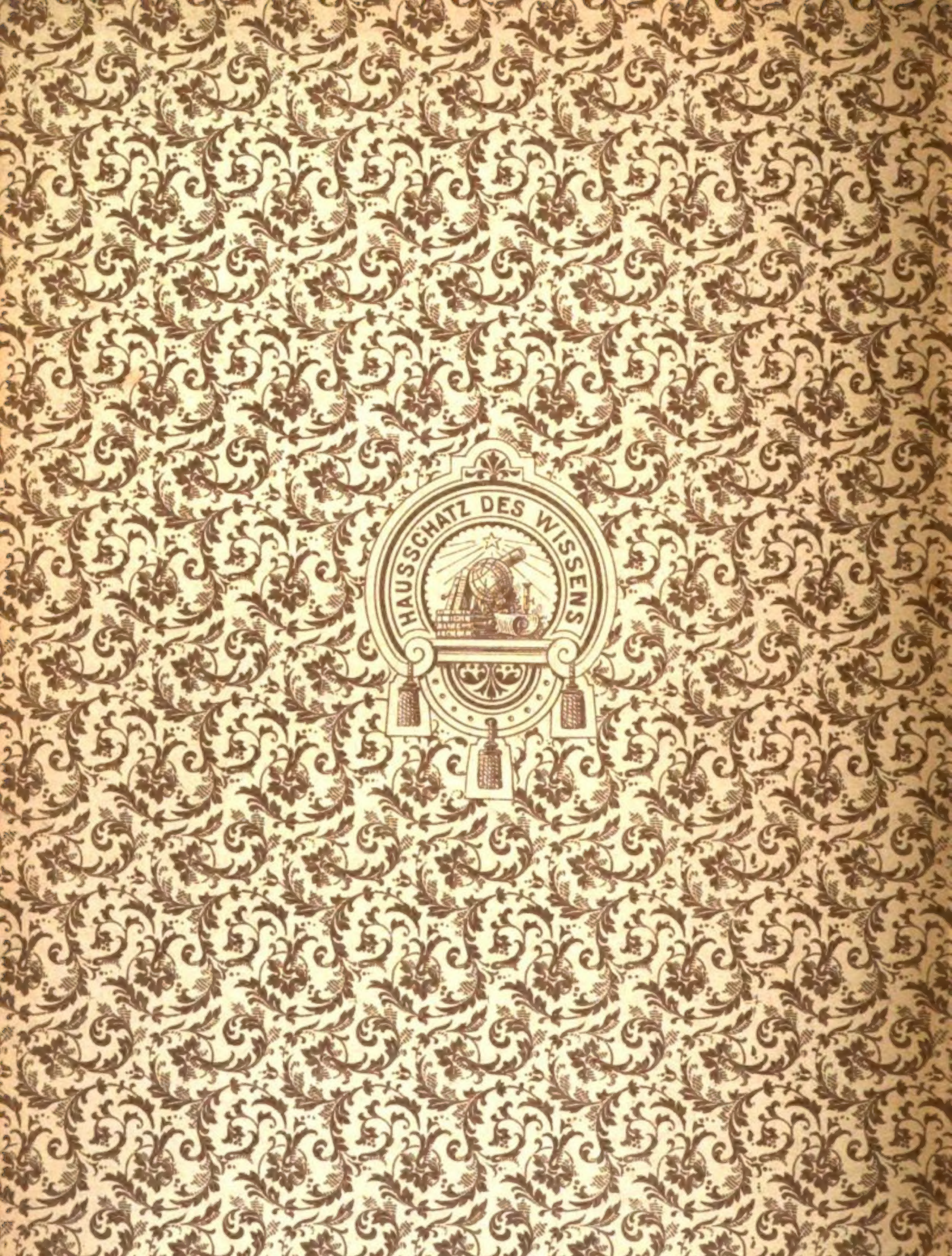
Der „Hausschatz des Wissens“ ist eine Sammlung von gemeinverständlichen reich illustrierten Werken, welche die für das große Publikum wichtigsten Zweige des allgemeinen Wissens umfassen und zu den niedrigsten Preisen, bei bester Qualität des Gebotenen, auf den Büchermarkt gelangen.

Jedes dieser Werke bildet ein vollständig für sich abgeschlossenes Ganzes mit einem ausführlichen Register.

Die Gliederung des Gesamtunternehmens ist folgende:

Die Natur. Abteilung I. Entwickelungsgeschichte der Natur (Bd. 1 u. 2).
" II. Die Naturkräfte (Physik u. Mechanik) (Bd. 3 u. 4).
" III. Die Lehre vom Stoff (Chemie) (Bd. 5).
" IV. Das Mineralreich (Bd. 6).
" V. Das Pflanzenreich (Bd. 7).
" VI. Das Tierreich (Bd. 8 u. 9).

Die Menschheit. " VII. Länder- und Völkerkunde (Bd. 10 u. 11).
" VIII. Geschichte der Menschheit (Weltgesch.) (Bd. 12 u. 13).
" IX. Kunstgeschichte nebst Geschichte der Musik u. Oper (Bd. 14).
" X. Geschichte der Weltlitteratur nebst einer Geschichte des Theaters aller Zeiten und Völker (Bd. 15 u. 16).
" XI. Gesamtregister (Bd. 17). (Gratiszugabe für die Abnehmer der ganzen Sammlung.)


HAUSSCHATZ DES WISSENS